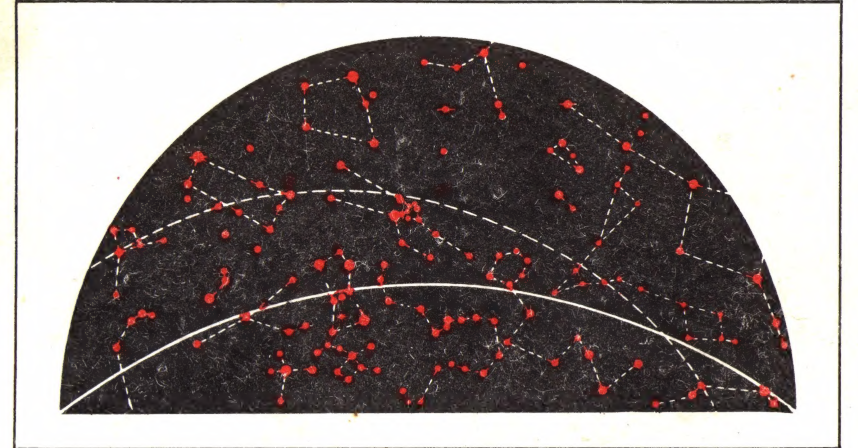
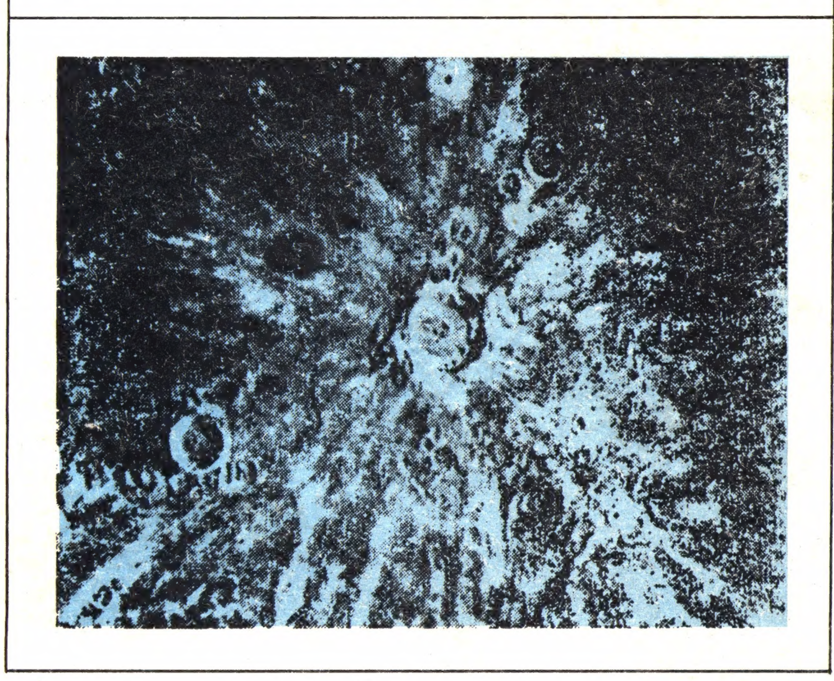


Ф. Ю. ЗИГЕЛЬ

# СОКРОВИЩА ЗВЕЗДНОГО НЕБА

## ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО СОЗВЕЗДИЯМ И ЛУНЕ



МС
ГЛ
ФИ
19

Ф. Ю. ЗИГЕЛЬ

# СОКРОВИЩА ЗВЕЗДНОГО НЕБА

## ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО СОЗВЕЗДИЯМ И ЛУНЕ

ИЗДАНИЕ ЧЕТВЕРТОЕ,
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



МОСКВА «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
1980

22.6
З-59
УДК 52

**Зигель Ф. Ю.**

З-59 Сокровища звездного неба: Путеводитель по созвездиям и Луне.— 4-е изд., доп.— М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980.— 312 с., с ил.

Популярный рассказ о звездном небе, о его делении на созвездия, какие созвездия видны зимой, весной, летом и осенью. Читатель узнает из книги о главных достопримечательностях каждого созвездия — двойных переменных звездах, звездных скоплениях, туманностях и других объектах. Отдельные главы посвящены звездному небу Антарктиды, Млечному пути и телам Солнечной системы. Особое внимание уделено Луне и первоначальному знакомству с лунной топографией. В новом издании книги учтены открытия последних лет в области звездной астрономии, рассказано о квазарах, «черных дырах», о новейших данных по морфологии галактик.

Для учащихся средней школы и широкого круга любителей астрономии.

З $\frac{20605 - 142}{053(02)\text{-}80}$ 185-81. 1705060000

ББК 22.6
52

З $\frac{20605 - 142}{053(02)\text{-}80}$ 185-81. 1705060000

*Небесный свод, горящий славой звездной,*
*Таинственно глядит из глубины,*
*И мы плывем, пылающею бездной*
*Со всех сторон окружены.*

Ф. Тютчев

# ВЕЛИКАЯ КНИГА ПРИРОДЫ

Звездное небо — Великая книга Природы. Кто сумеет ее прочесть, перед тем раскроются несметные сокровища окружающего нас Космоса. Непосвященному в секреты астрономии даже трудно себе представить, какое богатство материальных форм, какое неистощимое творчество Природы скрыто за теми замысловатыми узорами из звезд, которые древние назвали созвездиями.

На протяжении веков люди любовались и изучали звездное небо — одно из величайших зрелищ Природы. Сейчас, говоря словами Циолковского, наступила «эра пристального изучения неба». Космические полеты приблизили к нам звезды, и теперь даже те, кто далек от астрономии, хотят не только любоваться звездным небом, но и понять истинный смысл этой картины.

Знание созвездий — азбука астрономии. Оно совершенно необходимо и любителю астрономии и тем более астроному-специалисту. Как невозможно представить себе географа, не знающего облик земного глобуса, так немыслим и астроном, путающийся в звездных узорах неба.

Для тех, кто хорошо знаком с созвездиями и их расположением по отношению к горизонту в различные моменты суток и года, звезды могут служить отличными ориентирами, позволяющими находить стороны горизонта в незнакомой местности и даже приближенно определять момент времени. Именно это обстоятельство побудило древних внимательно изучать звездное небо. В наши дни методы ориентировки по созвездиям должны быть хорошо известны и туристам, и разведчикам, и морякам, и летчикам,— короче говоря, всем тем, для кого земные ориентиры иногда могут оказаться недейственными. Хорошо знать созвездия должны также наблюдатели искусственных спутников Земли и других космических летательных аппаратов.

С земной поверхности в каждый данный момент времени мы видим лишь половину звездного неба. Космонавтам, совер-

шающим полет с Земли на Луну, предстает иная картина. Земные ландшафты исчезают. Их место занимает всеобъемлющее, охватывающее наблюдателя со всех сторон, черное звездное небо. Ясно, что в такой обстановке знание созвездий еще более необходимо, чем на Земле. В дальних космических полетах звезды станут основными ориентирами.

Особенно хорошо звездное небо должны знать те, кто занимается поисками новых комет. Когда среди множества слабо светящихся звездочек появляется крошечное туманное пятнышко — новая, незнакомая комета,— ее легко спутать с далекими туманностями, усеивающими небосвод.

Нередки случаи, когда не специалисты-астрономы, а любители астрономии первыми замечали неожиданно вспыхнувшую в каком-нибудь созвездии новую звезду. Нужно, очевидно, отличное знание созвездий, чтобы сразу и безошибочно определить, какая из звезд является «лишней».

Луна для любителя астрономии по-прежнему остается самым доступным объектом наблюдений. Даже в бинокль на Луне легко различимы некоторые наиболее крупные лунные горы, а наблюдатель, вооруженный небольшим телескопом, может заняться увлекательным делом — подробным изучением рельефа Луны. Ни на одном небесном теле он не увидит столько подробностей, как на поверхности нашего естественного спутника. Но чтобы знакомство с соседним миром было осмысленным, надо знать природу и происхождение отдельных наиболее интересных лунных образований. Чтобы облегчить любителю астрономии эту задачу, автор дополнил еще третье издание настоящей книги главами о различных местностях на Луне, с описанием важнейших их достопримечательностей. Совокупность этих глав представляет собой, в сущности, краткий путеводитель по Луне. В нем читатель найдет, в частности, сведения о районах посадки лунных экспедиций, автоматических станций и луноходов. Во время будущих исследований Луны средствами космонавтики путеводитель по Луне позволит найти лунную местность, где ведутся работы, и наглядно представить себе обстановку, окружающую лунные автоматы или космонавтов.

О других «гостях» на звездном небе (планетах, кометах, метеорах и болидах) говорится кратко, так как описанию наблюдений этих космических объектов посвящена обширная литература.

В новом, 4-м издании книги «Сокровища звездного неба» прежнее содержание переработано в соответствии с новейшими достижениями астрономии. Рассказано о последних открытиях в области морфологии и природы галактик, о новом в изучении «черных дыр», квазаров и пульсаров, а также других необычных объектов звездного мира. Дополнены новыми сведениями разделы о планетах, о примечательных объектах в звездном небе Антарктиды. Пополнен и иллюстративный материал.

Эта книга адресована не только любителям астрономии, для которых знакомство с созвездиями и Луной есть первый шаг в самостоятельном изучении космоса. Многие читатели популярной астрономической литературы, не имея возможности вести научные наблюдения небесных тел, хотели бы просто увидеть в натуре те объекты, о которых они читали в книгах. Подобное желание заслуживает всяческого поощрения. Ни один рисунок, ни одна самая лучшая фотография не дают того чувства удовлетворения, какое можно получить от созерцания «живой» Природы.

Предлагаемая вниманию читателей книга не сухой справочник и в то же время не книга для развлекательного чтения. Автор хотел сделать ее руководством для самостоятельных астрономических наблюдений, в значительной своей части доступных почти каждому. Пользоваться этим путеводителем нужно, в сущности, так же, как и любым другим,— чтение объяснительного текста должно сопровождаться наблюдениями. Только при этом условии читатель получит то, чего он не имеет от обычных популярных книг,— радость непосредственного общения с Природой, с бесконечной, сверкающей своим неисчерпаемым многообразием Вселенной.

# О НАЗВАНИЯХ СОЗВЕЗДИЙ

Новичка, приступающего к изучению звездного неба, прежде всего удивляют названия созвездий. Как правило, в расположении звезд даже человек с богатым воображением никак не может рассмотреть того, о чем говорит название созвездия. Большая Медведица, например (по крайней мере главная часть этого созвездия), напоминает скорее ковш, а беспорядочно разбросанные по соседству группы слабых звездочек, называющиеся созвездиями Жирафа и Рыси, совсем не похожи на настоящих жирафа или рысь.

Не менее странно и разнообразие названий. На небе легко уживаются созвездия Волопаса (или Пастуха) и Секстанта, Гидры и Мухи, Микроскопа и Ящерицы! Чем вызван этот совершенно хаотичный с первого взгляда набор названий?

Звездное небо отразило в себе разные эпохи и творчество разных народов. Современные общепризнанные, так сказать, официальные, звездные карты с их 88 созвездиями завершили многовековые попытки увековечить на небе предметы, далеко не всегда этого заслуживающие. В истории созвездий много произвольного, а иногда и просто нелепого. Зачастую не так просто выяснить, по каким мотивам то или иное созвездие появилось на небе, и даже до сих пор в отдельных случаях остается спорным, что означают наименования отдельных созвездий. Даже завершающий, окончательный список 88 созвездий составлен не столько по какому-нибудь логическому принципу, сколько из желания сохранить, наконец, неизменной сложившуюся к этому времени картину неба.

Мы не собираемся рассказывать читателю историю созвездий — эта весьма емкая тема потребовала бы особой книги. Ограничимся здесь лишь краткой классификацией созвездий по их названиям, а в дальнейшем при описании каждого созвездия будет пояснено и происхождение его названия.

Из 88 современных созвездий многие имеют весьма почтенную давность. Они были известны еще задолго до начала нашей эры, и упоминания о них можно встретить в Библии, в творениях Гомера, Гесиода, Фалеса, Евдокса, Гиппарха и других древних авторов. Вот названия этих *древнейших* созвездий:

Большая Медведица, Орион, Телец, Большой Пес, Малый Пес, Волопас, Малая Медведица, Дракон, Геркулес, Водолей, Козерог, Стрелец, Стрела, Дельфин, Заяц, Эридан, Кит, Южная Рыба, Малый Конь, Центавр, Волк, Гидра, Чаша, Ворон, Весы, Волосы Вероники, Южный Крест, Северная Корона, Змееносец, Скорпион, Дева, Близнецы, Рак, Лев, Возничий, Цефей, Кассиопея, Андромеда, Пегас, Овен, Треугольник, Рыбы, Персей, Лира, Лебедь, Орел. Большинство из этих 46 созвездий имеет *мифологическое* происхождение — в них запечатлены

персонажи древнегреческих мифов и легенд. Образец карты с фигурами созвездий приведен на рис. 1.

Другая группа созвездий впервые упоминается астрономом Жаном Байером, издавшим в 1603 г. великолепно оформленный атлас звездного неба. В нее входят Павлин, Тукан, Журавль, Феникс, Летучая Рыба, Южная Гидра, Золотая Рыба,




Рис. 1. Фигуры созвездий околополярной области в старинном звездном атласе.

Хамелеон, Райская Птица, Южный Треугольник, Индеец. Наверное, читатель уловил в названиях этих созвездий аромат того времени — эпохи великих географических открытий, когда перед глазами европейцев возникли экзотические пейзажи незнакомых южных стран. Здесь почти нет мифологических имен, но есть такие актуальные персонажи эпохи, как Индеец, Павлин или Райская Птица.

Постепенно раскрывается истинный облик земного шара и вместе с этим начинает заселяться новыми созвездиями незна-

комое южное звездное небо. Впрочем, попутно заполняются белые пятна и на северном звездном небе.

К концу XVII в. в списке созвездий, составленном знаменитым гданьским астрономом Гевелием, можно найти еще ряд новых появившихся на протяжении века созвездий. Таковы Жираф, Муха, Единорог, Голубь, Гончие Псы, Лисичка, Ящерица, Секстант, Малый Лев, Рысь, Щит, Южная Корона.

В 1752 г. известный исследователь южного звездного неба французский астроном Лакайль дополнил список еще 14 созвездиями. Вот они: Скульптор, Печь, Часы, Сетка, Резец, Живописец, Жертвенник, Компас, Насос, Октант, Циркуль, Телескоп, Микроскоп, Столовая Гора. Все эти созвездия расположены в южном полушарии звездного неба. Нам осталось дополнить список только пятью созвездиями. Три из них — Киль, Корма и Паруса — в древности составляли главную часть созвездия Корабля — того самого мифического корабля, на котором, если верить древнегреческим легендам, путешествовали в Колхиду герои-аргонавты. Четвертое созвездие, Змея, замечательно тем, что на звездных картах оно занимает два отдельных участка неба. Можно даже подумать, что на небе близко друг от друга есть два созвездия Змеи. На самом деле это одно созвездие, разделенное созвездием Змееносца. На древних звездных картах изображен человек, держащий в руках змею. На современных картах это древнее созвездие разделено на два — Змееносца и Змею. Последнее, 88-е созвездие, Наугольник, находится на южном звездном небе, и происхождение его столь же произвольно, как и Южного Треугольника.

Из этого краткого перечисления созвездий можно сделать вывод, что названия древнейших из них обязаны своим происхождением различным древним мифам. Что касается созвездий, появившихся в XVII и XVIII в., то «классических» мифологических наименований среди них почти нет и напрасно мы искали бы какого-нибудь иного объяснения этим названиям, кроме произвольной фантазии их творцов.

До сих пор речь шла о созвездиях, введенных европейцами. Это не означает, конечно, что народы Азии или Америки не занимались «районированием» звездного неба. В видимом расположении звезд разные народы видели разные фигуры. Например, в Средней Азии среди казахов семизвездие ковша Большой Медведицы раньше именовалось «Конем на привязи». У древних египтян то же созвездие называлось «Гиппопотамом».

Любопытно, что в XVII и XVIII в. некоторые из европейских астрономов пытались по разным мотивам утвердить на небе новые созвездия, иногда за счет искажения или даже уничтожения древних. Так, например, английский астроном Флемстид в 1725 г. из верноподданнических соображений назвал главную звезду из созвездия Гончих Псов «Сердцем Карла II».

Этот пример нашел подражателей. В конце XVIII в. английский астроном Хелль поместил на небо «Арфу Георга», а немецкий астроном Боде — «Регалии Фридриха II». Между прочим, чтобы очистить место для «регалий» прусского короля, Боде «отодвинул» руку Андромеды, которая держала ее протянутой в течение трех тысяч лет!

До какой степени доходил иногда произвол создателей созвездий, свидетельствует следующий факт. Известный французский астроном Лаланд в 1799 г. поместил на небо созвездие Кошки. В своих творениях он так объясняет этот поступок: «Я люблю кошек, я обожаю их. Надеюсь, что мне простят, если я, после моих шестидесятилетних неослабных трудов, помещу одну из них на небо».

Все эти реформаторские действия некоторых астрономов выглядят робкими по сравнению с проектами полной «реконструкции» созвездий, предложенными церковниками в XVII в. По одному из таких проектов «нечестивые языческие» созвездия должны быть заменены христианскими. Например, созвездие Овна превращается в созвездие апостола Петра, созвездие Рыб — в созвездие апостола Матфея и т. д. Мало того, незадачливый автор проекта идет дальше. Солнце он предлагает называть Иисусом Христом, а Луну — девой Марией. Соответственные имена получают и планеты, например, Венера превращается в Иоанна Крестителя!

Астрономы, разумеется, категорически отказались от такой реформы. Ее нелепость была замечена и наиболее мыслящими из церковников. Ведь если ввести новые названия для небесных светил, пришлось бы иногда произносить не просто нелепые, а даже «богохульные» фразы, как, например, «Иисус Христос закатился за горизонт» или «произошло затмение Христа девой Марией»!

Даже в XIX в. были предприняты (правда, последние) покушения на древние узоры звездного неба. В 1808 г. некоторые раболепствующие перед Наполеоном немецкие ученые предложили его именем назвать созвездие Ориона. Забавно, что даже французским астрономам этот проект показался абсолютно неприемлемым.

В 1922 г. состоялся Международный астрономический съезд, который, наконец, навел порядок в небесном хозяйстве. С неба окончательно были убраны и Регалии Фридриха и Кошка Лаланда и другие 27 неудачных созвездий. Между оставшимися 88 созвездиями были проведены строгие границы.

Кое-кто из делегатов съезда предлагал вовсе упразднить созвездия, заменив их четырехугольными площадками стандартных размеров. Но большинство астрономов на это не пошло. Съезд сохранил древние и старинные наименования созвездий. Правда, в них современный исследователь неба почти не нуждается — поиски звезд ныне производят по их координатам.

# ОБЩИЙ ОБЗОР ЗВЕЗДНОГО МИРА

Прежде чем перейти к описанию отдельных созвездий и их достопримечательностей, кратко охарактеризуем основные типы населения звездного мира. Этот общий взгляд на картину, детали которой предстоит изучить, позволит нам в дальнейшем избавиться от лишних повторений.

С какими же типами объектов нам придется встретиться при наблюдениях?

Прежде всего — звезды. Изучение их спектров показывает, что природа этих небесных тел сходна с природой Солнца. Звезды отличаются друг от друга по размеру, плотности, цвету, температуре. Химический состав звезд примерно одинаков, хотя процентное содержание тех или иных веществ в разных звездах может быть различным. В звездах преобладают водород и гелий. Процентное содержание других химических элементов в звездах невелико.

Спектры звезд отличаются большим разнообразием, причиной которого, однако, служит не различие в химическом составе звезд, а главным образом существенная разница в их температуре.

Наблюдая звезды, можно заметить, что они имеют разные оттенки цвета: одни белы или голубоваты, другие желтоваты и даже красноваты. Разница в цветах звезд связана с их температурой. Наиболее горячими являются белые и голубые *) звезды. Температура их поверхности заключена в пределах от 10 000 до 30 000°. В виде исключения встречаются даже еще более горячие звезды, с температурой поверхности порядка 100 000°. Желтые звезды, к числу которых относится и наше Солнце, холоднее — температура их поверхности близка к 6000°. Самыми холодными являются красные звезды — у некоторых из них температура поверхности не превосходит 2000°. В глубоких же недрах звезд температуры измеряются многими миллионами градусов.

Одна из важнейших физических характеристик звезд — это их *светимость*. Светимостью называется число, которое характеризует силу света звезды по отношению к Солнцу. Например, если светимость звезды равна 1000, это значит, что данная звезда излучает в тысячу раз больше света, чем Солнце. Светимость звезд зависит как от размеров поверхности звезды (при одинаковых температурах звезды бо́льших размеров излучают света больше), так и от ее температуры (при одинаковых размерах звезды с более высокими температурами интенсивнее излучают свет). Светимости звезд весьма различны. Есть звезды, излучающие в сотни тысяч раз больше света, чем Солнце. Но, с другой

*) Строго говоря, голубых звезд в природе нет, а есть голубовато-белые. Интенсивная голубая окраска некоторых звезд вызвана субъективными особенностями нашего зрения.

стороны, открыты звезды, светимость которых в сотни тысяч раз меньше светимости Солнца.

Звезды большой светимости называются *звездами-гигантами*, а звезды малой светимости — *звездами-карликами.*

По размерам звезды очень сильно отличаются друг от друга. Есть гигантские звезды, поперечники которых в сотни раз больше поперечника Солнца, и, с другой стороны, в мире звезд встречаются звезды-карлики, по размерам схожие с Землей.

Заметим, что при этом массы всех звезд сходны между собой и редко можно встретить звезду, которая была бы в несколько десятков раз «тяжелее» или «легче» Солнца. Но отсюда сразу следует, что средние плотности звезд должны отличаться большим многообразием.

И действительно, вещество звезд-гигантов необычайно разрежено: по своей плотности оно в тысячи раз меньше плотности комнатного воздуха. Зато среди звезд-карликов встречаются так называемые *белые карлики* (очень горячие маленькие звезды), средняя плотность которых в десятки тысяч раз больше плотности воды.

Современная астрофизика объяснила причины столь высокой плотности звездного вещества. В недрах белых карликов господствуют чудовищные по величине температуры и давления. Благодаря этому атомы веществ полностью ионизованы, то есть их ядра лишены обращающихся вокруг них электронов. Покинувшие «свои» ядра электроны вместе с оголенными ядрами атомов образуют сверхплотную смесь — *вырожденный газ.* В вырожденном газе ядра атомов, несущие в себе основную массу вещества, находятся друг к другу гораздо ближе, чем в обычных земных условиях.

Изучение физической природы звезд имеет большое значение для современной физики. Звезды недаром называют «небесными лабораториями». Наблюдая звезды, мы изучаем вещество в таких состояниях, которые подчас бывают недостижимы в земных лабораториях.

Сравнение физической природы Солнца и звезд доказывает, что Солнце по всем своим характеристикам (спектру, цвету, светимости, размерам и т. д.) является обычной, рядовой звездой.

Как уже говорилось, различия в спектрах звезд вызваны главным образом не особенностями химического состава этих объектов, а различиями в температуре звездных атмосфер. В настоящее время в астрофизике принята единая классификация звездных спектров. По характеру спектров звезды распределены на классы, каждый из которых обозначен определенной буквой латинского алфавита. Вот эти спектральные классы звезд:

```
                    R—N
                   /
O—B—A—F—G—K—M.
                   \
                    S
```

От основной группы отходят две ветви — классы R, N и S. К этим классам отнесено сравнительно небольшое число холодных звезд, в спектрах которых наблюдаются полосы молекул углерода и циана и окиси углерода (классы R и N). В спектрах звезд класса S заметны полосы окисей титана и циркония. Спектры некоторых звезд приведены на рис. 2.

Характерные особенности основных спектральных классов приведены в таблице на стр. 14.

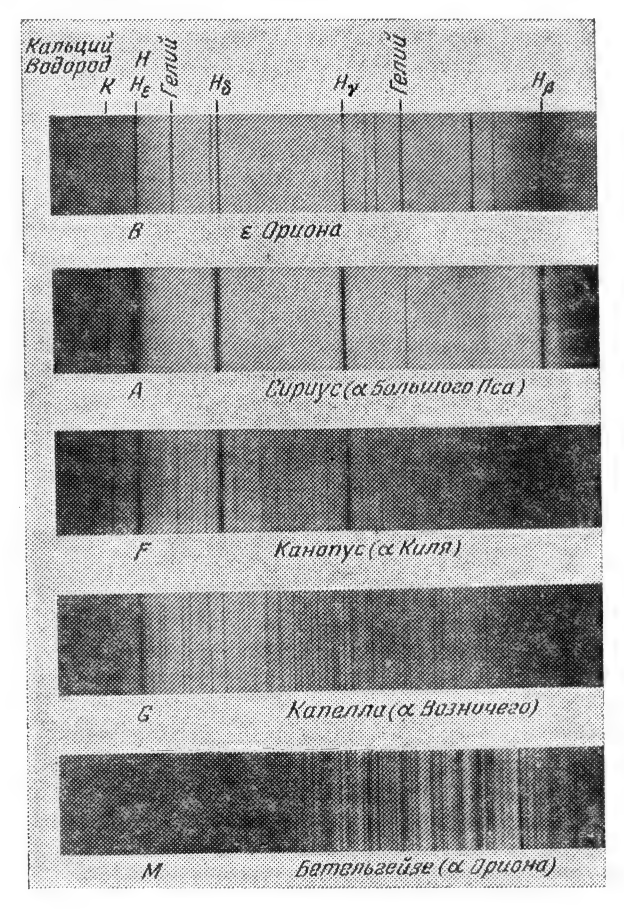



Рис. 2. Типы звездных спектров.

Для более точной классификации звездных спектров по интенсивности их линий и полос поглощения введены промежуточные спектральные классы, например O5, B7, A2 и т. п. Если при этом звезда принадлежит к звездам-карликам, перед ее спектральным классом добавляют букву «d», если к гигантам —

букву «g», если к сверхгигантам — букву «c» (например, dM5, gA2 и т. д.).

Спектры некоторых горячих звезд содержат яркие, как их называют, «эмиссионные», линии и полосы. В этом случае позади обозначения спектрального класса добавляют букву «e». В тех случаях, когда спектр звезды необычен, справа добавляется буква «p» (например, O5e или F3p). Знакомство со всей этой условной символикой совершенно необходимо при использовании таблиц физических характеристик отдельных звезд.

Для того чтобы характеризовать видимую яркость, или, как правильнее говорить, *блеск* звезд, введены условные единицы, называемые *звездными величинами*.

Еще в древности наиболее яркие звезды были названы звездами первой величины, а самые слабые, еле доступные невооруженному глазу — звездами шестой величины (обозначаются $1^m$, $2^m$ и т. п.). Последующие уточнения и расширения этой *шкалы звездных величин* заставили ввести промежуточные дробные, а для особенно ярких объектов — нулевые и отрицательные звездные величины ($0^m$, $-1^m$ и т. д.).

Пусть $I_1$ и $I_2$ — блеск двух звезд, то есть *освещенности*, создаваемые этими звездами на приемнике энергии (глаз, фотопластинка и т. п.), а $m_1$ и $m_2$ — соответственно их звездные величины. Как показали детальные исследования, эти величины связаны простым соотношением, называемым формулой Погсона:

$$\frac{I_1}{I_2} = 2{,}512^{m_2 - m_1}.$$

Как следует из этой формулы, звезды, отличающиеся по видимому блеску на одну звездную величину, создают на Земле освещенности, различающиеся примерно в 2,5 раза.

Для работы с вычислительными машинами эту формулу удобнее представить в логарифмическом виде:

$$\lg \frac{I_1}{I_2} = 0{,}4\,(m_2 - m_1).$$

Чтобы охарактеризовать светимость звезды, астрономы вводят понятие *абсолютной звездной величины* (обозначается буквой *M*). Под этим термином понимается блеск данной звезды с расстояния 10 пс*). Например, для Солнца $M = 4^m{,}8$. Это значит, что с расстояния в 10 пс Солнце казалось бы звездочкой почти 5-й зв. величины. А вот, например, у Ригеля, самой яркой звезды созвездия Ориона, $M = -6^m{,}2$. Можно отсюда подсчитать (по формуле Погсона), что Ригель излучает света почти в 23 000 раз больше, чем Солнце.

*) «пс» — парсек, единица расстояния, равна $30{,}8 \cdot 10^{12}$ км = 3,26 светового года.

| Класс | Характеристика спектра | Температура | Типичные звезды |
|---|---|---|---|
| O | Линии водорода, гелия, ионизованного гелия, многократно ионизованных кремния, углерода, азота, кислорода. Звезды с линиями излучения в спектре носят название звезд Вольфа — Райе (их температура доходит до 100 000°) | 25 000—35 000° | ζ Кормы, λ Ориона, ξ Персея, λ Цефея |
| B | Линии гелия, водорода (усиливаются к классу A). Слабые линии H и K ионизованного кальция | 15 000—25 000° | ε Ориона, α Девы (Спика), γ Персея, γ Ориона |
| A | Линии водорода весьма интенсивны, линии H и K ионизованного кальция усиливаются к классу F, появляются слабые линии металлов | 11 000° | α Большого Пса (Сириус), α Лиры (Вега), γ Близнецов |
| F | Линии H и K ионизованного кальция и линии металлов усиливаются к классу G. Линии водорода ослабевают. Появляется линия кальция λ 4226 Å, усиливающаяся к классу G. Появляется и усиливается полоса G углеводорода | 7 500° | δ Близнецов, α Малого Пса (Процион), α Персея |
| G | Линии H и K кальция интенсивны, линия 4226 Å и линия железа довольно интенсивны. Многочисленные линии металлов. Линии водорода слабеют к классу K. Интенсивна полоса G | 6 000° | α Возничего (Капелла), Солнце |
| K | Линии металлов, в частности H, K и 4226 Å, интенсивны, линии водорода мало заметны. Полоса G интенсивна. С подкласса K5 становятся видимыми полосы поглощения окиси титана TiO | 4 500° | α Волопаса (Арктур), β Близнецов (Поллукс), α Тельца (Альдебаран) |
| M | Интенсивны полосы поглощения окиси титана и других молекулярных соединений. Заметны линии металлов, в частности, H, K и 4226 Å; полоса G слабеет. В спектрах долгопериодических переменных типа о Кита имеются линии излучения водорода (обозначение Me) | 2 000°—3 500° | α Ориона (Бетельгейзе), α Скорпиона (Антарес), o Кита (Мира) |

Физические особенности звезд станут особенно наглядными, если мы воспользуемся так называемой *диаграммой спектр — светимость.* По ее горизонтальной оси (рис. 3, 4) отложены спектральные классы, по вертикальной — абсолютные звездные величины, характеризующие светимость звезды. Каждая звезда, в том числе и Солнце, может быть помещена только в одну определенную точку диаграммы. Изучение нескольких тысяч звезд

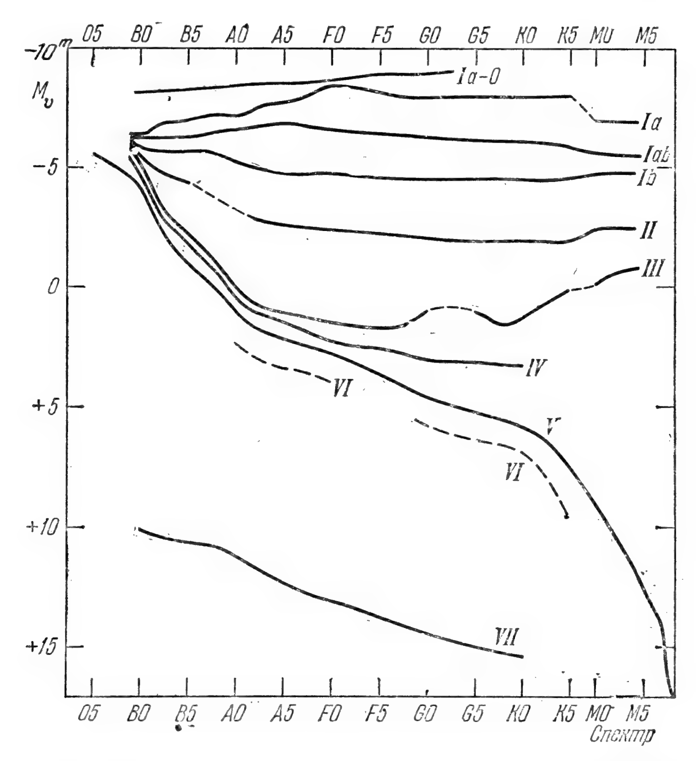



Рис. 3. Диаграмма Герцшпрунга — Рессела. Последовательности: Ia-0 — ярчайших сверхгигантов, Ia — ярких сверхгигантов, Iab — средних сверхгигантов, Ib — слабых сверхгигантов, II — ярких гигантов, III — слабых гигантов, IV — субгигантов, V — главная последовательность, VI — субкарликов, VII — белых карликов.

показало, что на диаграмме спектр — светимость звезды располагаются в виде цепочек, групп, или, как их называют, «последовательностей». Каждой из последовательностей присвоено определенное обозначение, указанное в подписи под диаграммой. Солнце, например, лежит на главной последовательности (*V*), а почти горизонтальная прямая в верхней части диаграммы (в области больших светимостей) отмечает ветвь звезд-сверхгигантов (*Ia-0*). Принадлежность звезды к той или иной последователь-

ности вместе с ее светимостью и спектром полностью характеризует физические свойства звезды *).

В древности звезды считались неподвижными, а фигуры созвездий — неизменными. Однако в начале XVIII в. было обнаружено, что некоторые звезды со времен Гиппарха (II в. до н. э.) явно сместились по отношению к другим звездам.

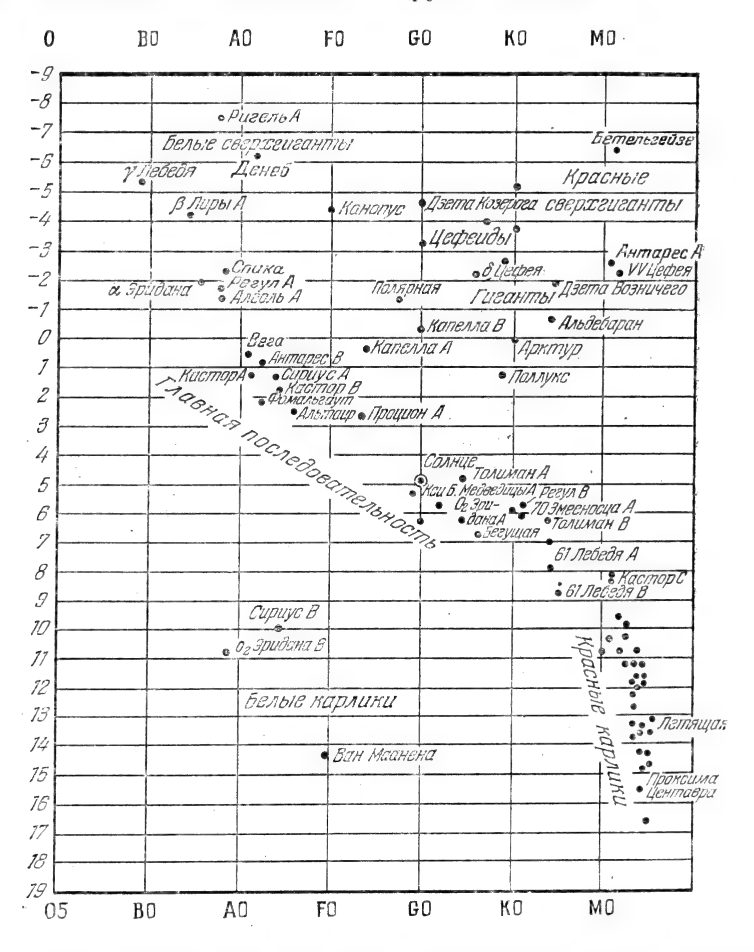



Рис. 4. Расположение некоторых звезд на диаграмме спектр — светимость.

В настоящее время движение звезд в пространстве является строго доказанным фактом. Это движение можно обнаружить

*) Подробнее см. в кн.: Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии.— М.: Наука, 1971, с. 114. В дальнейшем при ссылках на эту книгу мы будем давать только фамилию автора и указывать страницы.

двумя способами: во-первых, по видимому смещению одних звезд по отношению к другим и, во-вторых, по спектру звезды.

Так как звезды чрезвычайно далеки от Земли, видимые смещения звезд на небесной сфере ничтожно малы и измеряются в лучшем случае секундами дуги за год. Поэтому, хотя взаимное расположение звезд на небе медленно изменяется, искажения знакомых фигур созвездий станут заметными только через десятки тысяч лет. Перемещение звезд на небесной сфере обнаруживается при сравнении фотографий звездного неба, сделанных с интервалом в несколько лет. По измерениям таких фотоснимков можно вычислить, зная расстояние до звезды, ее *тангенциальную* скорость, то есть скорость в направлении, перпендикулярном к лучу зрения.

Спектральный анализ позволяет найти скорость звезды вдоль луча зрения. По принципу Доплера — Физо линии в спектре приближающейся звезды смещаются к фиолетовому концу, а в спектре удаляющейся — к красному. По величине этого смещения легко вычислить *лучевую* скорость звезды (то есть ее скорость вдоль луча зрения).

Зная тангенциальную $V_t$ и лучевую $V_r$ скорости звезды, можно вычислить полную скорость $V$ звезды при ее движении в пространстве. Очевидно, что

$$V = \sqrt{(V_t)^2 + (V_r)^2}.$$

Полные скорости звезд измеряются, как правило, десятками километров в секунду. Наше Солнце и в этом отношении не является исключением. Вместе с планетами и другими членами Солнечной системы оно движется относительно близких звезд со скоростью около 20 км/с, пролетая в пространстве за сутки свыше миллиона километров. Путь Земли в межзвездном пространстве, таким образом, изображается сложной спиралеобразной кривой.

В той стороне неба, куда «летит» Солнечная система, звезды медленно как бы раздвигаются перед нами. Подобное явление можно наблюдать, приближаясь к лесу, деревья которого издали кажутся образующими сплошную стену.

Хотя скорости звезд весьма велики, о взаимном катастрофическом столкновении звезд говорить не приходится — слишком далеки взаимные расстояния звезд по сравнению с их поперечниками. Для этих расстояний километр — слишком малая единица длины. Вместо нее в звездной астрономии употребляют: *световой год*, равный расстоянию, которое луч света проходит за год ($9{,}46 \cdot 10^{12}$ км), *парсек* (пс), в 3,26 раза больший светового года, и *килопарсек* (кпс), равный тысяче парсек. Если звезды уменьшить до размеров булавочных головок, то в таком масштабе одну звезду от другой надо удалить на десятки километров. В этом же масштабе смещение звезд за год будет измеряться всего десятками сантиметров.

Астрономы установили, что, кроме поступательного движения в пространстве, звезды также вращаются вокруг своих осей.

Многие звезды при наблюдении в телескоп распадаются на две, сливающиеся для невооруженного глаза в одну звезду. Такие звезды называются *двойными* звездами. Некоторые из них видны с Земли почти точно по одному направлению, но при этом находятся от нас на весьма различных расстояниях и физически не связаны друг с другом. Их называют *оптическими двойными* звездами.

Однако многие из двойных звезд и на самом деле расположены в пространстве по соседству друг с другом. Будучи связанными взаимным тяготением, они обращаются вокруг своего общего центра тяжести (или, точнее, центра масс). Такие физически взаимосвязанные звездные пары называются *физическими двойными* звездами.

При наблюдениях в телескоп разноцветные двойные звезды иногда удивительно красивы. Надо, однако, иметь в виду, что яркие цвета двойных звезд вызваны в основном не реальным различием в цветовом составе их излучения, а сложными субъективными ошибками, связанными с физиологическими особенностями зрения наблюдателя. (Список разноцветных двойных звезд приведен в Приложении III.)

Чем ближе звезды друг к другу при одних и тех же массах, тем короче периоды их обращения вокруг общего центра масс. В некоторых случаях эти периоды измеряются часами, в других — столетиями.

Если двойная звезда обладает планетной системой, с поверхности таких планет можно сразу наблюдать на небе поразительное зрелище — два солнца! Есть ли, однако, планеты вокруг звезд?

В настоящее время на этот вопрос можно дать утвердительный ответ. Некоторые звезды движутся в пространстве по сложным волнообразным кривым. Эти звезды притягивают к себе их невидимые спутники, заставляя звезду обращаться вокруг общего с ними центра масс. Среди невидимых спутников звезд найдены тела, массы которых сравнимы с массой планет-гигантов Солнечной системы. Можно думать, что в этих случаях вокруг ряда звезд обнаружены планетные системы.

Некоторые двойные звезды состоят из таких близких друг к другу звезд, что различить их в отдельности не удается даже с помощью телескопа. В этом случае приходит на помощь спектральный анализ.

Если звезда двойная, составляющие ее звезды, обращаясь вокруг общего центра масс, то приближаются к нам (по лучу зрения), то удаляются от нас. При этом, по принципу Доплера — Физо, в их спектрах, накладывающихся друг на друга, периодически раздваиваются спектральные линии, так как при приближении к нам одной звезды другая от нас удаляется. Разумеется, у

одиночной звезды подобное явление не наблюдается. Звезды, двойственность которых обнаруживается спектральным путем, называются *спектрально-двойными* звездами.

Кроме двойных звезд, есть тройные и вообще *кратные* звезды. И в таких системах движение звезд совершается вокруг общего центра масс.

Если в системе двойной звезды плоскости орбит близки к лучу зрения, а звезды имеют разную светимость, то могут наступать моменты, когда при движении вокруг общего центра масс одна звезда закроет собой другую. Для земного наблюдателя это «звездное затмение» выразится в общем уменьшении блеска двойной звезды. Очевидно, такие изменения блеска будут периодически повторяться, что можно изобразить на графике (см. рис. 41). Звезды подобного типа называются *затменно-двойными* или *затменными переменными* звездами.

Известны переменные звезды и других типов.

В затменных переменных звездах изменение блеска вызвано оптическими причинами (затмениями). У других переменных звезд их светимость, а следовательно, и блеск, не остается неизменной по причинам физического характера. Следует сказать, что переменность блеска звезд не следует путать с их мерцанием, которое вызвано чисто земными причинами (движением воздушных масс).

К числу физических переменных звезд относятся прежде всего так называемые *цефеиды*. Звезды этого типа периодически то раздуваются — при этом их температура понижается, — то сжимаются, несколько при этом разогреваясь. В связи с этим изменяется и их видимый блеск.

Периоды изменения блеска цефеид тесно связаны с их светимостью. Найдя по периоду светимость цефеиды и зная ее видимый блеск, легко вычислить расстояние до этой переменной звезды и, главное, до объекта, в котором цефеида находится. Подобный способ определения расстояния до звезд весьма распространен. Цефеиды иногда называют «маяками Вселенной», так как с их помощью можно выяснить распределение звезд в пространстве.

Есть звезды, подобно цефеидам периодически изменяющие свой блеск, но только в гораздо более медленном темпе. Такие звезды называют *долгопериодическими переменными*, так как периоды изменения их блеска подчас измеряются сотнями суток.

У некоторых переменных звезд пульсации совершаются довольно хаотично, без явных признаков периодичности. Их называют *неправильными* и *полуправильными переменными* звездами.

В настоящее время известно более 30 000 переменных звезд. Их изучение раскрывает перед нами многие стороны физической природы звезд.

Есть звезды, которые очень быстро и резко увеличивают свой блеск — дня за два в десятки и сотни тысяч раз. Затем блеск

такой звезды начинает уменьшаться, сначала довольно быстро, а затем очень медленно. Спустя несколько лет звезда становится опять такой же, какой она была до вспышки или даже слабее. Подобные звезды получили название *новых* звезд. Раньше думали, что это действительно вновь появившиеся, то есть «зародившиеся» звезды. На самом деле все «новые» звезды существовали и до своей вспышки. Более того, подобные вспышки в течение жизни некоторых звезд повторяются, по-видимому, много раз. При вспышке «новой» наружные газовые слои звезды со скоростью в тысячи километров в секунду извергаются в пространство. С течением времени эти газы рассеиваются в межзвездном пространстве.

Наше Солнце принадлежит к числу устойчивых звезд, которым не угрожают взрывы, свойственные новым звездам.

После вспышек особенно ярких новых звезд (так называемых *сверхновых* звезд) образуются исполинские разреженные газовые облака («туманности»), которые расширяются со скоростью до 2000 км/с и интенсивно излучают радиоволны.

Новые и сверхновые звезды в настоящее время относят к числу взрывных переменных звезд (в отличие от *пульсирующих* переменных — цефеид, долгопериодических, неправильных и полуправильных). По-видимому, взрывные процессы свойственны многим звездам, в частности, и нашему Солнцу, на поверхности и в атмосфере которого время от времени наблюдаются *солнечные вспышки* — наиболее заметное проявление солнечной активности. У некоторых звезд (например, типа звезды UV Кита) вспышки настолько мощны, что при этом общий блеск звезды заметно меняется за несколько десятков секунд. Причины этих взрывных явлений пока не ясны, но установлено, что «звездные взрывы» могут быть весьма различны по энерговыделению — от взрывов типа солнечных вспышек, при которых общий блеск звезды практически не меняется, до вспышек новых и сверхновых звезд, при которых выделяется энергия до $10^{50}$ эрг. Все звезды, заметно меняющие общий блеск в момент происходящих в их атмосферах взрывов, объединяют в класс взрывных переменных звезд.

При вспышке сверхновой звезды за несколько месяцев она излучает столько же энергии, сколько Солнце за несколько миллиардов лет! По современным представлениям источником такого сверхмощного энерговыделения служит катастрофическое сжатие звезды. Расчеты показывают, что в процессе эволюции некоторых звезд в их недрах могут возникнуть (но необязательно возникают!) условия, нарушающие равновесие звезды. Видимо, основную роль при этом играют потери энергии звездой на изучение нейтрино — мельчайших элементарных частиц вещества, не несущих в себе электрического заряда. Перед вспышкой ядро сверхновой звезды имеет плотность $10^7$ г/см$^3$ и температуру в несколько миллиардов градусов. В этот момент в результате

особых ядерных реакций и начинается резкая утечка нейтрино. Звезда спадает внутрь себя подобно карточному домику, причем этот процесс спада или взрыва занимает всего несколько сотых долей секунды.

Когда, сжавшись, ядро звезды достигает плотности $10^{14}$ г/см$^3$ и температуры 200 миллиардов градусов, в оболочке, окружающей ядро, возникает взрывная реакция выгорания кислорода и углерода. Сверхмощная ударная взрывная волна увлекает за собой часть оболочки звезды, и в этот момент мы наблюдаем с Земли вспышку сверхновой.

Возможны два варианта. Если масса ядра звезды меньше 2,5 массы Солнца, то в результате взрыва сверхновой ядра железа и других тяжелых элементов распадаются на протоны и нейтроны с последующим превращением (за счет реакции с электронами) всех протонов в нейтроны. Так возникают *нейтронные* звезды, существование которых было предсказано еще в 1934 г.

Если же масса ядра звезды больше 2,5 массы Солнца, то взрыв звезды приводит к образованию так называемой «черной дыры». Эти теоретические схемы подтверждаются фактами.

В августе 1967 г. неожиданно с помощью радиотелескопов были открыты странные источники радиоизлучения, названные *пульсарами*. Интенсивность их излучения колеблется с очень небольшим периодом, в среднем близким к 0,75 с. При этом самый большой из известных периодов равен 4,8 с, а наименьший — 0,033 с. Характерно, что в некоторых случаях колебания излучения захватывают и ультрафиолетовый и видимый глазом участки электромагнитного спектра. Расстояния до пульсаров (их ныне известно более двухсот) лежат в пределах от 100 до 25 000 световых лет, то есть все известные ныне пульсары находятся в пределах нашей звездной системы — Галактики.

Поразительна стабильность периодов пульсаров: на протяжении, например, полугода они сохраняются с точностью до $10^{-8}$ с. Заметим, что амплитуда колебаний излучения пульсаров и их блеск не остаются постоянными. Они меняются, причем неправильным образом. Иногда на несколько месяцев пульсар исчезает для земных наблюдателей, чтобы затем вновь появиться в поле зрения радиотелескопов или других приемников излучения. В некоторых случаях зарегистрировано систематическое постепенное уменьшение среднего блеска пульсара, что, вероятно, связано с какими-то его эволюционными изменениями. Зато периоды пульсаров со временем увеличиваются, хотя и очень медленно.

Судя по ряду признаков, срок пребывания звезды в состоянии пульсара не превышает нескольких миллионов лет. Отсюда следует, что наблюдаемые ныне пульсары — объекты молодые. Каждое тысячелетие в Галактике образуются от одного до десяти пульсаров. «Бывших», или «застывших», пульсаров в Галактике должно быть в тысячи раз больше, чем пульсаров активных, ныне действующих.

По современным представлениям пульсары — это нейтронные звезды, поперечники которых близки к 20—40 км, а плотность невообразимо велика (порядка $10^{12}$ г/см$^3$). Теоретические расчеты показывают, что нейтронные звезды должны очень быстро (несколько оборотов в секунду) вращаться вокруг оси и обладать мощным собственным магнитным полем (напряженность порядка миллиарда эрстед!).

Не подумайте, что колебания невидимого излучения нейтронных звезд вызвано, как у цефеид, их пульсациями. Причина тут несколько сложнее.

Представьте себе, что магнитная ось нейтронной звезды (т. е. прямая, проходящая через ее магнитные полюсы) не совпадает с осью ее вращения, а, скажем, перпендикулярна к ней. По некоторым теоретическим соображениям, основной поток радиоизлучения звезды заключен внутри некоторой конической поверхности с центром в центре звезды и осью, совпадающей с ее магнитной осью. Иначе говоря, на экваторе нейтронной звезды есть активная область («горячее пятно»), которое, подобно прожектору, посылает радиолуч в пространство. Если земной наблюдатель расположен в экваториальной плоскости нейтронной звезды, то при ее вращении радиолуч, подобно лучу вращающегося маяка, периодически будет «освещать» наблюдателя. В такие моменты радиоизлучение нейтронной звезды выглядит максимальным, а период колебаний ее излучения, очевидно, совпадает с периодом вращения звезды вокруг оси.

Хотя описанная «маяковая» модель пульсара ныне весьма популярна, многое в ней остается неясным. В частности, для объяснения «рентгеновских» пульсаров (т. е. тех пульсаров, у которых периодически меняется их рентгеновское излучение) приходится предполагать, что на протяжении миллионов лет нейтронная звезда работает как мощный ускоритель элементарных частиц, а это, в свою очередь, нуждается в объяснении. Есть и другие трудности, пока не преодоленные теоретиками. Возможно, что процессы в пульсарах гораздо сложнее, чем мы их себе сегодня представляем.

Примером этого могут служить «сбои» в строго периодических колебаниях излучения пульсаров. Такие скачкообразные изменения периода весьма невелики и составляют миллионные его доли, но они существуют и требуют объяснения. Пришлось придумать необычную гипотезу о «звездотрясениях». Ее авторы предполагают, что нейтронные звезды имеют твердую кору, которая, как и сама звезда при ее быстром вращении, приобретает форму сплюснутого шара (сфероида). Говоря точнее, строение нейтронной звезды слоистое. Самый внешний слой, ответственный за излучение звезды, состоит из плотной плазмы. Глубже расположена еще более плотная твердая оболочка, прочность которой гораздо больше прочности любой стали. Как это ни удивительно, но при плотности электронно-ядерной плазмы выше

$10^{10}$ г/см$^3$ она переходит в особое кристаллическое состояние с очень высокой температурой плавления.

Под твердой корой находится слой, где вещество нейтронной звезды напоминает сверхтекучую и сверхпроводящую жидкость. Наконец, самые глубинные, центральные области нейтронной звезды имеют плотность $10^{15}$ г/см$^3$ и температуру порядка миллиарда градусов. Кроме нейтронов и электронов здесь присутствуют также и такие тяжелые элементарные частицы как гипероны. Когда с уменьшением периода вращения пульсара уменьшается его сплюснутость, на такого рода изменения твердая кора реагирует не постепенно, а скачкообразно. Распрямляясь рывками, твердая кора пульсара порождает «звездотрясения», которые и сказываются в «сбоях» периода пульсаров.

Заметим, что если земной наблюдатель не находится вблизи экваториальной плоскости вращающейся нейтронной звезды, то такая звезда и не проявит себя как пульсар. Действительно, известны остатки бывших сверхновых звезд (газовые облака), в которых пульсары не найдены. Этот факт свидетельствует в пользу «маяковой» гипотезы, которая при всех своих недостатках все же, вероятно, отразила главные реальные особенности пульсаров.

Какова бы ни была истинная природа пульсаров, они проявляют себя как исключительно точные «космические часы», своеобразные датчики времени. Астрономы уже воспользовались этим свойством пульсаров, используя их для изучения вращения Земли, ее орбитального движения, проверки различных эталонов времени.

Рассмотрим теперь случай, когда взрывается весьма тяжелая звезда с массой, более чем в 2,5 раза превышающей массу Солнца. В этом случае при нарушении равновесия звезда будет как бы раздавлена массой своих верхних слоев. Произойдет катастрофическое гравитационное сжатие или, как говорят астрофизики, «гравитационный коллапс». При этом произойдут события, истолкование которых дает теория относительности. Поясним кратко, о чем идет речь.

Для каждого космического тела существует так называемая вторая космическая скорость, определяемая формулой $v_{II} = \sqrt{2aR}$, где $a$ — ускорение силы тяжести на поверхности тела и $R$ — его радиус. Для Земли $v_{II} = 11{,}2$ км/с. Это та минимальная, «параболическая» скорость, при достижении которой космический летательный аппарат сможет оторваться от Земли и отправиться в межпланетный полет. При меньшей скорости (от 7,9 до 11,2 км/с) он неизбежно останется искусственным спутником Земли. Заметим, что для Солнца $v_{II} = 700$ км/с.

Представим себе теперь, что, сохраняя массу $M$, звезда катастрофически сжимается. Тогда ускорение на поверхности звезды $a = f\frac{M}{R^2}$ (где $f$ — постоянная тяготения) стремительно растет,

а вместе с ним растет и вторая космическая скорость $v_{II}=\sqrt{2aR}=$ $=\sqrt{2\frac{fM}{R}}$. Теоретически говоря, может наступить момент, когда $v_{II}$ станет равной скорости света $c$ (300 000 км/с). Как показывают расчеты, это наступит тогда, когда радиус сжимающегося тела (звезды) станет равным его так называемому гравитационному радиусу $r_g=\frac{2fM}{c^2}$. Для Солнца $r_g=3$ км, и при этом средняя плотность Солнца должна составлять $10^{16}$ г/см$^3$, что в 10 раз превосходит плотность атомного ядра.

Продолжая сжиматься далее, звезда, как говорят, уйдет под свой гравитационный радиус, т. е. ее радиус станет меньше $r_g$. Для описания дальнейших событий классическая нерелятивистская физика не годится. Теория же относительности приводит к выводам столь же достоверным, сколь и парадоксальным. Главные из них заключаются в следующем.

Как известно, с точки зрения теории относительности не существует какого-то единого для всех точек Вселенной одинакового «мирового» времени. В каждой системе координат время течет по-своему. Если представить себе наблюдателя, находящегося на поверхности спадающейся, «коллапсирующей» звезды, то сжатие ее почти в «точку» произойдет за какие-нибудь несколько секунд. Но так события будут развиваться лишь в его, как говорят, «сопутствующей» системе координат. Внешний же, скажем, земной, наблюдатель увидит совсем иное.

Для него коллапс звезды будет происходить сначала быстро, а затем все медленнее и медленнее, асимптотически приближаясь к тому роковому моменту, когда радиус звезды станет равным $r_g$. Собственно, этого момента воображаемый земной наблюдатель никогда не увидит, так как от начала коллапса до достижения гравитационного радиуса должна по его часам пройти вечность!

Спавшаяся внутрь себя массивная взорвавшаяся звезда превращается в так называемую «черную дыру», или «коллапсар». Когда она «уйдет под гравитационный радиус», ее излучение до нас дойти не сможет: ведь тогда $v_{II}$ становится больше $c$, а сверхсветовых скоростей по теории относительности не существует. Единственно, чем «черная дыра» сможет проявить себя,— это своим гравитационным (или электростатическим) полем. Если при этом вблизи нее находится газовое вращающееся облако и его частицы падают на «черную дыру», как бы засасываясь ею, то такое облако (так показывают расчеты) приобретает форму диска и начинает достаточно мощно излучать рентгеновские лучи.

Отсюда следует, что по крайней мере некоторые из космических рентгеновских источников излучения могут быть газовыми облаками, испытывающими аккрецию («падение») на рядом расположенную «черную дыру». Кстати сказать, температура газо-

вого диска, засасываемого «черной дырой», очень высока — порядка нескольких десятков миллионов градусов!

Кроме массы (а следовательно, и собственного гравитационного поля) «черная дыра» должна сохранить электрический заряд и вращательный момент сжавшейся звезды (если, конечно, она этими качествами обладала). Для случая электрически заряженной коллапсирующей массы произведены расчеты, приводящие к совершенно фантастическим выводам. Оказывается, в этом случае ушедшая под гравитационный радиус звезда сжимается не до нуля, а до некоторого предела, немного меньшего $r_g$, а затем снова начинает расширяться, но ... в другой Вселенной! Сторонники такой теоретической схемы полагают, что кроме «нашей» Вселенной есть множество других пространств, отделенных друг от друга бесконечно большими промежутками времени. Исчезнув из нашей Вселенной навсегда, сжавшаяся до предела электрически заряженная звезда может появиться в пространстве другой Вселенной как «белая дыра», т. е. как необычный расширяющийся объект.

Все эти новые идеи трудно усваиваются при первом и беглом знакомстве. Поэтому я рекомендую тем, кто ими заинтересовался, прочитать интересную книгу: Шкловский И. С. Звезды: Их рождение, жизнь и смерть.— 2-е изд.— М.: Наука, 1977, а также выступления Н. С. Кардашева на дискуссии о внеземных цивилизациях в Бюракане (Сборник «Проблема CETI».— М.: Мир, 1975 г. с. 166—173).

В темные зимние ночи в созвездии Тельца легко заметить маленькую тесную группу из шести слабо светящихся звездочек. Это — *звездное скопление* Плеяды, иногда называемое у нас в стране Стожарами. В телескоп скопление выглядит более многочисленным и включает в себя более сотни звезд. Все эти звезды не только на небе, но и в пространстве близки друг к другу и связаны между собой силами взаимного притяжения.

Таким образом, в отличие от созвездий, представляющих собой видимые на небе группировки на самом деле весьма далеких друг от друга звезд, звездные скопления являются физически связанными взаимным тяготением объединениями звезд.

Звездные скопления, не имеющие правильных очертаний, называют *рассеянными звездными скоплениями*. Составляющие их десятки или сотни звезд беспорядочно разбросаны на небольшом участке неба. Именно к такому типу звездных скоплений относятся Плеяды.

Иной внешний вид имеют *шаровые звездные скопления*. Они содержат сотни тысяч звезд. К центру шарового звездного скопления количество звезд увеличивается настолько, что они сливаются в сплошное сияние.

По своим действительным размерам шаровые звездные скопления во много раз превосходят рассеянные звездные скопления.

Диаметры многих шаровых звездных скоплений измеряются двумя-тремя сотнями световых лет, тогда как средние поперечники рассеянных звездных скоплений составляют всего лишь один-два десятка световых лет.

В настоящее время открыто и изучено более тысячи рассеянных и более сотни шаровых звездных скоплений. И те и другие звездные скопления перемещаются в пространстве как единое целое.

Пространство между звездами не абсолютно пусто. Оно заполнено чрезвычайно разреженными облаками пыли и газа, образующими, по терминологии астрономов, *межзвездную диффузную материю.*

Огромные межзвездные облака из светящихся разреженных газов и пыли получили название светлых диффузных туманностей. Их типичным представителем является яркая туманность в созвездии Ориона, хорошо видимая даже в бинокль. Газы, ее образующие, светятся холодным светом, переизлучая свет соседних горячих звезд. Таким образом, свечение газовых туманностей есть люминесценция, проявление которой наблюдается и в кометах.

В состав светлых диффузных газовых туманностей входят главным образом водород, кислород, гелий и азот. Поперечники туманностей измеряются десятками, а иногда и сотнями световых лет. Подобно кометам — и даже с еще бо́льшим правом — межзвездные газовые туманности могут быть названы «видимым ничто», так как плотность их вещества в миллиарды раз меньше плотности комнатного воздуха. Такая высокая степень разреженности для земной техники пока недостижима.

В межзвездном пространстве наблюдаются также диффузные пылевые туманности. Эти облака состоят из мельчайших твердых пылинок, средний поперечник которых близок к 0,1 микрометра. Если вблизи пылевой туманности окажется какая-нибудь яркая звезда, ее свет рассеивается туманностью и пылевая туманность становится непосредственно наблюдаемой. Во многих случаях пылевые туманности относятся к числу темных туманностей. В этом случае они наблюдаются как черные зияющие «провалы» на фоне Млечного Пути.

Между газовыми и пылевыми туманностями, как светлыми, так и темными, нет непроходимой грани. Часто они наблюдаются совместно, как газово-пылевые туманности. Возможно, что в некоторых случаях свечение туманностей вызывается взаимопроникновением (то есть столкновением) двух или нескольких облаков.

Туманности являются, по-видимому, лишь уплотнениями в той непрерывной крайне разреженной межзвездной диффузной материи, которая получила название *межзвездного газа.* Эта среда обнаруживает себя лишь при наблюдениях спектров далеких звезд, вызывая в них дополнительные линии поглощения. Тон-

чайшая межзвездная газовая «вуаль» по своей плотности ($10^{-30}$ г/см$^3$) в сотни раз уступает самым разреженным из газовых туманностей. Она состоит из атомов водорода, кальция и некоторых других элементов.

Несмотря на свою разреженность, межзвездная диффузная материя (газы и пыль) вызывает заметное поглощение света звезд. Оно было заподозрено еще в 1847 г. основателем Пулковской обсерватории В. Струве, но лишь в XX в. поглощение света в межзвездном пространстве окончательно стало доказанным фактом.

Межзвездные газы и пыль двояко искажают свет далеких звезд. Они ослабляют их общий блеск (общее поглощение) и делают цвет звезд более красным (избирательное поглощение). При вычислении расстояний до звезд оба эти эффекта необходимо учитывать, без чего можно впасть в грубые ошибки.

Особое место занимают так называемые *планетарные туманности*. Многие из них внешне похожи на колечки дыма, которые пускают искусные курильщики. При наблюдении в телескоп некоторые планетарные туманности напоминают зеленоватые диски далеких планет — Урана и Нептуна. Отсюда и произошло их наименование.

Размеры планетарных туманностей невелики и редко превосходят 2—3 световых года. В центре планетарной туманности всегда видна очень горячая центральная звезда, свет которой переизлучается туманностью. Следовательно, по характеру своего свечения планетарные туманности относятся к типу светлых диффузных газовых туманностей. Однако природа их весьма своеобразна. Планетарные туманности расширяются во все стороны от центральной звезды, которая и образовала туманность.

Кроме газа и пыли, межзвездное пространство заполнено быстро летящими протонами и ядрами различных элементов, образующими так называемые *космические лучи*, а также потоками мельчайших «порций света» — фотонов, то есть, иначе говоря, излучением звезд.

В темные осенние ночи через все небо от горизонта к горизонту проходит беловатая слабо светящаяся неправильных очертаний полоса, называемая *Млечным Путем*. Эта полоса, уходя под горизонт, опоясывает все небо, имея в разных своих частях различную ширину и яркость.

В телескоп Млечный Путь распадается на множество слабо светящихся звезд, которые для невооруженного глаза сливаются в сплошное сияние.

Млечный Путь — это основная, главная часть звезд, образующих Галактику — исполинскую звездную систему, к которой принадлежит и наше Солнце в качестве рядовой звезды.

Рассматриваемая со стороны и, так сказать, «сбоку» наша Галактика имела бы некоторое сходство с чечевицей. В центре этой «чечевицы» есть плотное шаровидное скопление массивных

звезд, образующее ядро Галактики. К сожалению, при наблюдении с Земли оно невидимо, так как скрыто от земного наблюдателя мощными облаками темной космической пыли. Однако эта пыль, задерживая видимый глазом свет, пропускает невидимые инфракрасные лучи, которые могут быть уловлены специальным прибором (электронно-оптическим преобразователем). Таким способом астрономы изучают, правда, с очень большими трудностями, ядро нашей звездной системы.

Как уже говорилось ранее, в состав Галактики входит около 200 миллиардов звезд, всех тех, которые мы наблюдаем на небе, в том числе и в Млечном Пути. Наша Солнечная система расположена вблизи экваториальной плоскости Галактики.

Расстояние от центра Галактики до Солнца равно 34 000 световых лет, тогда как поперечник Галактики близок к 100 000 световых лет. Заметим, что резко очерченных границ Галактика не имеет, а постепенно «сходит на нет».

Нетрудно сообразить, что наличие на земном небе Млечного Пути вызвано особенностью нашего расположения внутри Галактики. При наблюдениях с Земли наибольшее количество звезд видно в направлении экваториальной плоскости Галактики, а наименьшее — в направлениях, к ней перпендикулярных. Поэтому, в частности, ядро Галактики находится на небе внутри Млечного Пути и при отсутствии космической пыли могло бы наблюдаться в созвездии Стрельца.

В состав Галактики, кроме звезд одиночных, двойных, переменных, входят звездные скопления и туманности. Замечено, что межзвездная диффузная материя сконцентрирована сравнительно тонким слоем к экваториальной плоскости нашей звездной системы. Что же касается, например, шаровых звездных скоплений, то они встречаются на самых различных расстояниях от этой плоскости.

Строение Галактики весьма сложно. Рассматриваемая издали, «сверху» она выглядела бы исполинской спиралью с выходящими из ядра «ветвями». Установлено, что Галактика состоит из ряда проникающих друг в друга подсистем однородных объектов (звезд, звездных скоплений, туманностей). Некоторые из этих подсистем (например, подсистема шаровых звездных скоплений) охватывают со всех сторон нашу Галактику в виде исполинского шарообразного роя. Другие подсистемы, например, подсистема планетарных туманностей или белых карликов, «сплющены» к экваториальной плоскости Галактики. Таким образом, только «костяк», то есть основное количество звезд Галактики, образует в пространстве сплюснутую звездную спираль.

Все звезды нашей Галактики обращаются вокруг ее центра.

Подсчитано, что Солнце завершает вместе с планетами облет галактического ядра примерно за 200 миллионов лет, а скорость этого орбитального движения Солнечной системы близка

к 250 км/с. Кроме того, Солнечная система движется и по отношению к своим соседям — ближайшим звездам. Об этом движении, направленном в настоящую эпоху в сторону созвездий Лиры и Геркулеса, уже говорилось.

Таким образом, движение Солнца и других звезд нашей Галактики весьма сложно.

В созвездии Андромеды можно разглядеть крошечное овальное слабо светящееся пятнышко. При наблюдении в небольшой телескоп его можно принять за обычную светлую газовую туманность. На самом деле природа этого пятнышка, называемого туманностью Андромеды, совершенно отлична от природы газовых туманностей.

При наблюдениях в мощные современные телескопы можно убедиться в том, что туманность Андромеды — это исполинская звездная система, не уступающая ни в чем нашей Галактике. Только благодаря своей чрезвычайной удаленности (луч света от нее летит до Земли почти 2 300 000 лет) туманность Андромеды кажется маленьким светлым пятнышком. На самом деле ее поперечник несколько превосходит поперечник Галактики, и она имеет в своем составе многие десятки миллиардов звезд, звездные скопления и туманности.

Туманность Андромеды повернута к нам почти ребром, но все же легко рассмотреть ее спиралеобразное строение — такое же, как и у нашей Галактики. Туманность Андромеды — соседняя галактика. В настоящее время доступны наблюдению многие миллионы других галактик. Из года в год, из книги в книгу кочуют уже изрядно надоевшие фотографии ближайших галактик. Кто не знает туманность Андромеды (см. рис. 40) или галактику из созвездия Гончих Псов (рис. 5) — другую спираль, видимую плашмя, как бы «сверху», со странным «придатком» на конце одной из спиралей?

Примелькались фотоснимки и других известных спиральных галактик, видимых в разных ракурсах, в том числе и с ребра. В последнем случае у некоторых из них видна широкая темная полоса — пыль, сконцентрированная к экваториальной плоскости галактики.

Скудость этого набора фотографий можно оправдать лишь тем, что детальное изучение поразительного по многообразию мира галактик началось лишь около двух десятков лет назад и многие его результаты еще не вышли за рамки специальных работ и изданий. Прежде галактики мыслились в общем достаточно стандартными, почти однотипными объектами. Только в последние годы это глубокое заблуждение стало очевидным. Во-первых, галактик оказалось необычайно много: в некоторых участках неба на квадратном градусе размещаются сотни тысяч звездных систем! И, во-вторых, стало ясно, что огромное большинство этих систем совсем не похоже на нашу Галактику или туманность Андромеды. А некоторые и вовсе «ни на что не

похожи», и их формы вряд ли удастся объяснить известными законами физики. Попытки создать новую всеобщую классификацию галактик пока даже не предпринимаются. И все-таки всякое

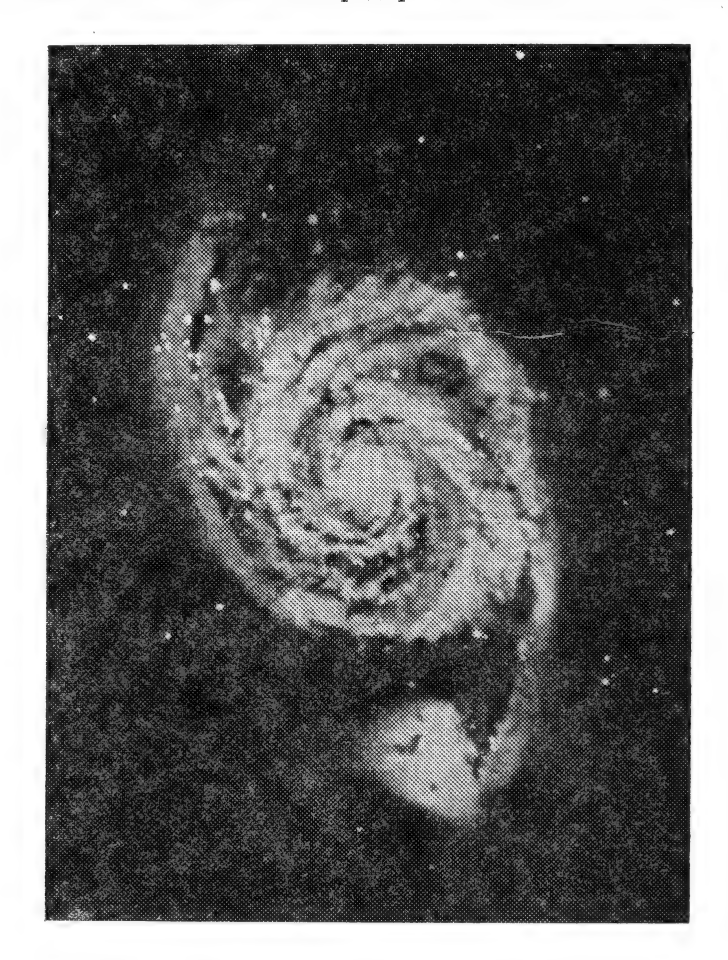


Рис. 5. Галактика М 51 из созвездия Гончих Псов.

изучение начинается с классификации. Незнакомые объекты стараются сравнить друг с другом, выявить нечто общее, объединить в группы. Удачная классификация — это уже важный шаг в направлении к истине.

Когда-то классификация галактик считалась делом сравнительно простым. Более того — первая перепись галактик была составлена более двух веков назад, когда и понятия «галактика» еще не существовало. Ее опубликовал в 1771 г. французский астроном Жак Мессье, страстный искатель новых комет. В этих

поисках он нередко ошибался и принимал маленькие неподвижные туманные пятна («туманности») за незнакомые кометы. В конце концов Мессье решил «переписать» все туманности на небе, отметив их расположение среди звезд. Так родился первый каталог туманностей, куда Мессье по неведению занес объекты весьма различной природы: звездные скопления, газово-пылевые туманности, входящие в состав нашей Галактики, а также другие галактики, о существовании которых в конце XVIII в. даже не подозревали.

Так, в списке досадных помех появились и первые обозначения звездных систем, сохранившиеся до наших дней. Скажем, знаменитая туманность Андромеды обозначена индексом М 31 («Мессье-31»), а «туманность» в Гончих Псах — индексом М 51.

Следующий гораздо более полный список «туманных пятен» составил американский астроном Дрейер лишь в 1888—1908 гг. Вместе с дополнениями в каталоге Дрейера «переписаны» 13 223 объекта. Как и каталог Мессье, каталог Дрейера (NGC — New General Catalog, новый общий каталог; дополнения имеют обозначения IC — Index Catalog) содержит описания и координаты не только галактик, но и газовых туманностей и близких звездных скоплений. Несмотря на этот и другие недостатки, каталогом Дрейера широко пользуются до сих пор. Некоторые из описанных ниже галактик имеют индекс NGC и соответствующий порядковый номер.

Совершенно новым этапом не только в переписи галактик, но и в нашем ви́дении мира стал «Морфологический каталог галактик» (MCG), составленный в Московском государственном университете известным советским астрономом Б. А. Воронцовым-Вельяминовым и его сотрудниками. Он содержит описания и координаты 32 000 галактик (и только галактик!) ярче 15-й звездной величины. Работа началась еще в середине текущего века, после того как Паломарская обсерватория (США) опубликовала подробнейший фотографический атлас неба. Фотографирование производилось с помощью крупнейших телескопов, и чтобы заснять все небо, потребовалось почти 900 снимков. Б. А. Воронцов-Вельяминов был едва ли не единственным астрономом, который сразу же оценил, какие сокровища Природы содержит Паломарский атлас. И не только оценил, но и со свойственным ему редким упорством и трудолюбием, возглавив весьма небольшой коллектив исследователей, стал изучать галактику за галактикой. Изо дня в день, из года в год. На этот титанический труд ушли десятилетия, но зато были не только переписаны галактики, но и подробно описаны внешний вид, цвет, скорости, состав и другие характеристики более трех десятков тысяч звездных систем!

Внешне работа была несколько однообразной и даже, пожалуй, скучноватой. На снимках Паломарского атласа галактики, как правило, выглядят крошечными, невзрачными серыми

пятнышками, и подчас нужна сильная лупа или микроскоп, чтобы рассмотреть детали их строения. Но это парадоксальное изучение галактик в микроскоп (!) выявило такое множество новых, неожиданных фактов, что терпение и трудолюбие советских исследователей были с лихвой вознаграждены. «Морфологический каталог галактик» открыл новую эру внегалактической астрономии. Отныне всякий исследователь, пытающийся объяснить происхождение и эволюцию галактик, должен непременно учитывать всю сложность и многообразие их форм.

Исследованию внегалактических далей сильно помог недавно вступивший в строй крупнейший в мире 6-метровый советский рефлектор. Многое из того, что в Паломарском атласе различалось плохо, шестиметровый «глаз» рассмотрел детально. Его зоркость лишь усилила загадочность явлений, обнаруженных в далеких звездных системах.

Впрочем, и по соседству с нами, в так называемой *Местной системе*, встречаются незаурядные объекты.

Когда-то Петр I, подбирая экспонаты для своей Кунсткамеры, интересовался карликами и великанами. Резкие отклонения от средней нормы всегда кажутся чем-то диковинным. По этой же причине вызывают удивление и некоторые из соседних звездных систем.

Наша галактика, туманность Андромеды, спиральная галактика из созвездия Треугольника и еще 31 звездная система образуют сравнительно компактную группу, именуемую Местной системой. Ее поперечник близок к 7 миллионам световых лет, и — увы! — даже в этой группе наша Галактика не может считаться главной. Она значительно меньше туманности Андромеды, диаметр которой по некоторым данным составляет 300 000 световых лет! Даже с расстояния 2,3 миллиона световых лет эта исполинская звездная система светит настолько ярко, что невооруженный глаз видит ее без особого труда. Галактика в Андромеде — по-видимому, крупнейшая не только в Местной системе, но и во всей изученной нами части Вселенной!

Тем контрастнее по сравнению с ней выглядят карликовые галактики, составляющие большинство в Местной системе. В созвездиях Льва, Скульптора и Печи, например, открыты почти шарообразные галактики, поперечники которых составляют всего 3000 световых лет. Конечно, всякие размеры и оценки относительны, а выражение «карликовая галактика» для некоторых, вероятно, звучит столь же странно, как «гигантский карлик». И все-таки, согласитесь, что в сравнении с туманностью Андромеды галактики, уступающие ей по диаметру в 100 раз, и в самом деле могут именоваться карликами.

Столь же различны и населенности галактик. В туманности Андромеды несколько биллионов*) звезд! В карликовой же

*) Биллион — это миллион миллионов ($10^{12}$).

галактике из созвездия Печи звезд не больше нескольких десятков миллионов.

Судя по Местной системе, карликовых галактик во Вселенной куда больше, чем исполинских. Убедиться в этом, однако, трудно, так как с очень больших расстояний галактики-карлики просто не видны.

Еще в 1925 г. американский астроном Э. Хаббл ввел первую классификацию галактик. Он разделил звездные системы на три типа. Мы дадим здесь их краткое описание.

Галактики типа E — эллиптические (elliptical) галактики, к которым, в частности, принадлежат и шаровидные звездные системы. В них почти нет пыли и мало газа. Они лишены спиральных ветвей, характерных, например, для нашей Галактики и туманности Андромеды, которые относятся к типу S — спиральным (spiral) звездным системам. Есть, наконец, неправильные галактики типа I (irregular). Они клочковаты, лишены правильной структуры и внешне несколько напоминают обычные земные облака.

В пределах Местной системы и ее ближайших окрестностей есть все типы галактик по классификации Хаббла.

Нашу галактику сопровождают два спутника — неправильные (тип I) галактики, именуемые Магеллановыми Облаками. Некоторые спутники туманности Андромеды принадлежат к типу E. Наконец, наша Галактика, а также галактики в созведиях Андромеды (M 31) и Треугольника (M 33) — типичные звездные спирали (тип S). Лишь карликовые галактики несколько портили благополучную картину: они не входили в классификацию Хаббла. Но ни сам Хаббл, ни большинство его современников даже не подозревали, насколько убогой, бедной и неполной окажется общепринятая классификация галактик спустя полвека после ее введения.

Снова взгляните на фотографию галактики M 51 из созвездия Гончих Псов (рис. 5). Долгое время считалось, что странный сгусток на конце одной из ветвей — другая галактика, лишь случайно проектирующая на спираль M 51. Однако среди тысяч изученных им галактик Б. А. Воронцов-Вельяминов нашел 160 своеобразных «двойников» галактики M 51. И они также имеют на концах спиральных ветвей странные сгустки! Пришлось признать, что здесь проявляется не случайность, а закономерность: есть много близких, соседних между собой галактик, ветви которых одновременно играют роль своеобразных «мостов» между галактиками. В этом проявляется взаимосвязь, взаимодействие звездных систем, результат которого иногда создает весьма причудливые формы.

Так, например, в созвездии Рыб есть пара галактик, связанных между собою длиннющим звездным мостом, вдоль которого свет от одной галактики до другой «долетает» лишь за 230 000 лет! Не менее удивителен «хвост» одной из этих

галактик, как бы продолжающий «мост» на расстояние, сравнимое с его длиною (рис. 6).

Попытки приписать хвостам и перемычкам газовую природу, как показал Б. А. Воронцов-Вельяминов, неубедительны. Эти

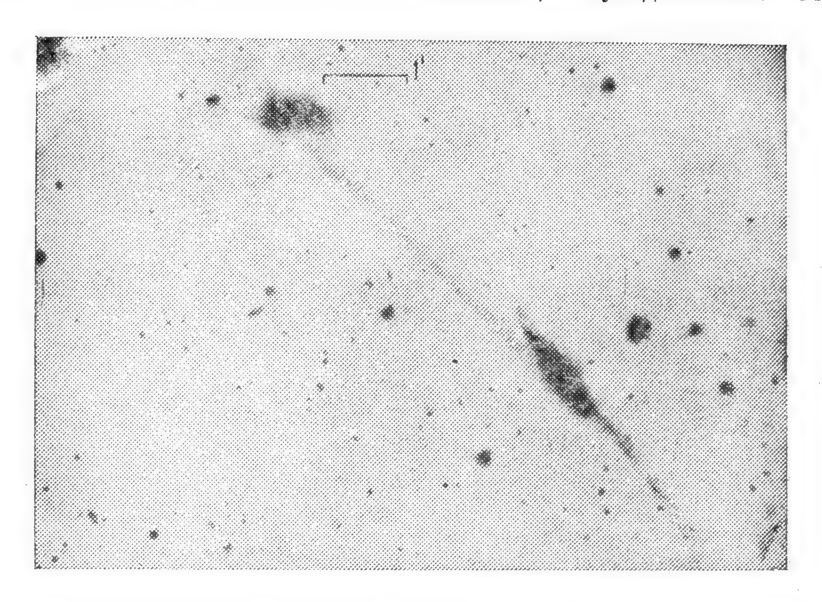


Рис. 6. Система из двух галактик с перемычкой и хвостом в созвездии Рыб.

странные образования (хвосты, мосты и т. п.), нарушая все классические представления о звездных системах и их устройствах, на самом деле состоят из звезд.

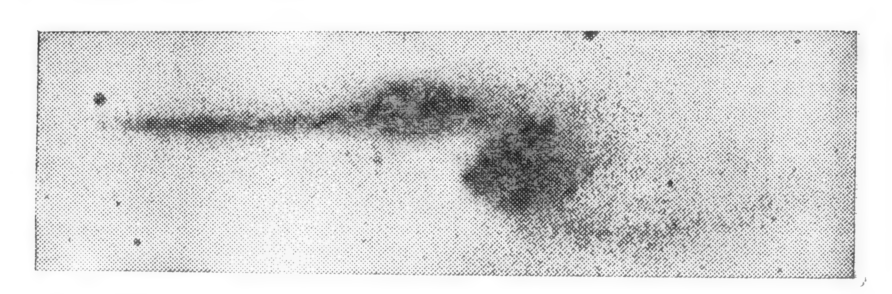
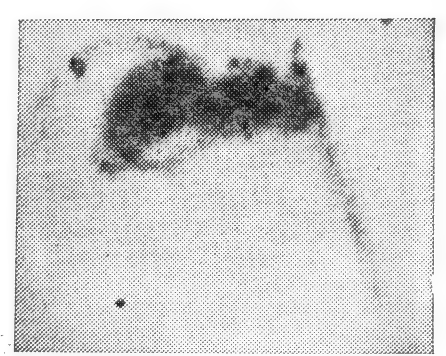


Рис. 7. Взаимодействующие галактики «Мышки».

А вот еще одна необычная система из двух галактик, названная «Мышками» (рис. 7). И в самом деле эти две явно взаимодействующие системы с их утолщениями и хвостами чем-то напоминают встретившихся мышек. Что придало столь причуд-

ливую форму этим галактикам? На приливные выступы «хвосты» совсем непохожи. Да к тому же приливные горбы должны быть крупнее на тех сторонах галактик, которые обращены друг к другу. Судя по всему, и здесь и в других подобных случаях мы





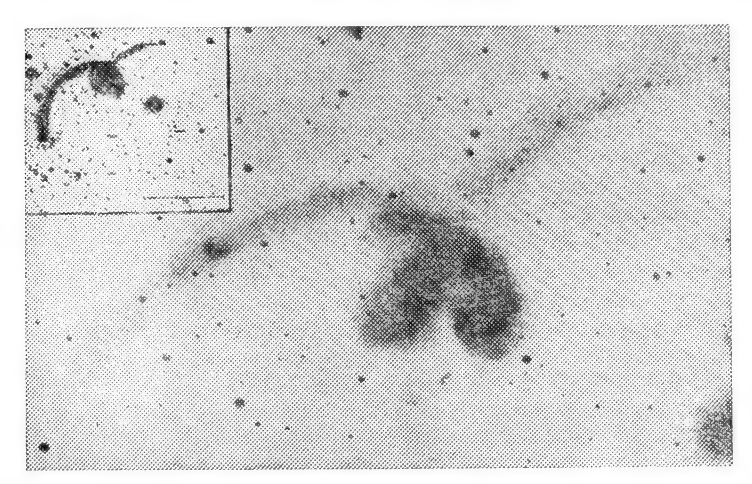


Рис. 8. Необычные галактики VV 79 (вверху слева), VV 243 — «Оса» (вверху справа) и VV 245 (внизу).

видим проявление каких-то иных, негравитационных сил, незнакомых современной физике. Такой вывод становится, пожалуй, неизбежным при ближайшем знакомстве с теми двумя тысячами взаимодействующих звездных систем, которые описаны в «Морфологическом каталоге галактик» Б. А. Воронцова-Вельяминова. Взгляните лишь на некоторые экспонаты из этого паноптикума галактик (рис. 8; буквы VV с номером — это обозначение по каталогу Воронцова-Вельяминова). Галактика VV 79 несколько напоминает «мышек», но «хвосты» в этом случае тоньше, и потому их принято называть «антеннами». В звездной системе VV 243, носящей название «Оса», «хвосты» и «дуги» совсем непохожи на классические спиральные ветви. Отчасти слившиеся галактики VV 245 вместе со своими огромными антеннами, имеют, пожалуй, некоторое сходство с греческой буквой «гамма». Система на

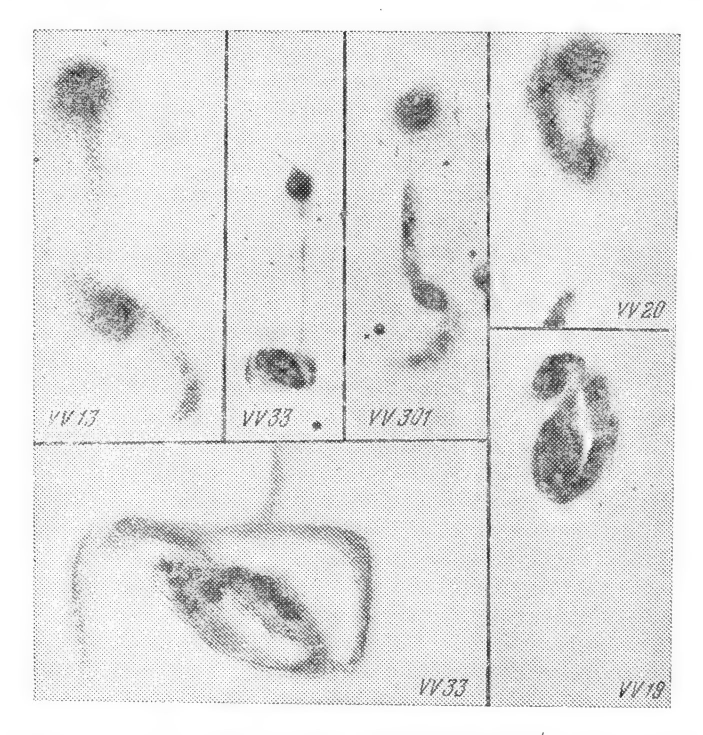



Рис. 9. Еще несколько систем взаимодействующих галактик.

снимке кажется плоской, но на самом деле отдельные ее части лежат в разных плоскостях.

Наконец, читателю предоставляется возможность по шести снимкам других взаимодействующих галактик убедиться, на какое великое творческое разнообразие способна Природа. Бессилие приливной гипотезы в объяснении этих случаев очевидно (рис. 9).

В научной литературе некоторые из галактик называют «пекулярными», что в природе означает «особенные». У многих из них нет соседей, с которыми бы они явно взаимодействовали, но форма таких звездных систем совершенно необычна.

Долго спорили о том, «закручиваются» ли спиральные ветви галактик при их вращении или, наоборот, «раскручиваются». Дискуссия потеряла смысл после того, как среди пекулярных галактик были открыты звездные системы с ветвями, направленными («закрученными») в противоположные стороны. Кстати сказать, раскрылось и другое весьма распространенное заблуждение.

Считалось, что в галактиках типа нашей звёзды обращаются вокруг ядра галактики подобно планетам вокруг Солнца, то есть подчиняясь законам Кеплера. При этом оставалось неясным, что обеспечивает стабильность спиральных ветвей: ведь на разных расстояниях от центра периоды обращения звезд различны. Противоречие разрешилось очень просто: выяснилось, что по крайней мере в пределах спиральной структуры вращение галактик «твердотельное», то есть и ядро и спирали вращаются с одним и тем же периодом, как части твердого тела. Но тогда родилась другая загадка: откуда берутся, как возникают спиральные ветви?

Ситуация еще более усложнилась, когда среди пекулярных галактик стали попадаться такие, у которых вместо спиралей видно звездное кольцо, окружающее ядро. А некоторые галактики и вовсе оказались кольцами без всякого ядра!

И уж совсем «ни на что не похожа» пекулярная галактика NGC 2685. Ее главная, сигарообразная часть вращается вокруг длинной оси! (рис. 10).

Заметим, что очень многие из пекулярных галактик были открыты совсем недавно советскими астрономами с помощью мощнейшего в мире 6-метрового рефлектора.

На фотоснимке галактики М 82 (см. рис. 35) из созвездия Большой Медведицы бросается в глаза странная клочковатая структура этой звездной системы. Создается впечатление какого-то застывшего (при мгновенной экспозиции) сверхмощного взрыва. Это первое впечатление нас не обманывает. На самом деле в центре галактики М 82 произошел мощнейший взрыв, в результате которого газы из ядра (так показывает спектральный анализ) истекают со скоростью около 1500 км/с! Случилась эта катастрофа примерно 1,5 миллиона лет назад, но и сегодня ее следы мы видим в необычной клочковатости галактики. Подсчитано, что энергия взрыва близка к $10^{57}$ эрг! Мы не знаем ни одного процесса, который мог бы в принципе быть причиной столь мощного энерговыделения.

Случай с галактикой М 82 далеко не уникален. Известно около сотни так называемых галактик Сейферта, из ядер которых газы вытекают со скоростями в несколько тысяч километров в

секунду! Это означает, что общая кинетическая энергия выбрасываемых из ядра газов достигает $10^{54}$ эрг. Здесь астрофизики снова вынуждены признать, что в сейфертовских галактиках, видимо, нарушаются известные ныне законы физики.

Не только у таких «сверхэнергичных» галактик, но и у галактик обычных, типа нашей Галактики или туманности Андромеды, ядра представляют собою, пожалуй, самую таинственную их часть. Именно здесь скрыты источники мощнейшей энергии, быть может, оставшиеся от первых мгновений существования Вселенной. Во всяком случае академик В. А. Амбарцумян считает источником энергии галактических ядер некое сверхплотное и насыщенное до предела энергией «дозвездное вещество», деление («фрагментация») которого и вызывает космические взрывы.



Рис. 10. Пекулярная галактика NGC 2685.

Ныне весьма популярна теория Большого Взрыва, успешно развиваемая академиком Я. Б. Зельдовичем и доктором физ.-мат. наук И. Д. Новиковым *). Есть много фактов, свидетельствующих о том, что примерно 13 миллиардов лет назад вся нынешняя Вселенная была сжата в комочек. Плотность такой «зачаточной» Вселенной была невообразимо велика: $10^{93}$ г/см$^3$. По причинам пока что неясным этот «комочек» взорвался и спустя многие миллиарды лет превратился в современное Мироздание. Несмотря на огромные сроки следы взрыва сохранились. Они, в частности, выражаются в «разбегании» галактик (из-за расширения трехмерного пространства) и в реликтовом излучении — своеобразном остатке первичного «жара» Вселенной.

Картина расширяющейся Вселенной постепенно становится настолько привычной и общепринятой, что многие забывают о некоторых пекулярных галактиках, нарушающих знаменитый закон «красного смещения» (из-за удаления линии в их спектре смещены к его красному концу, причем смещение тем больше, чем дальше от нас находится галактика).

В пределах изучаемой нами части Вселенной галактики распределены неравномерно. Явно прослеживается тенденция к

---

*) См. подробнее книгу: Новиков И. Д. Эволюция Вселенной.— М.: Наука, 1979.

скучиванию, к объединению звездных систем в сверхсистемы, состоящие подчас из очень большого числа галактик.

Уже пример Местной системы убеждает нас в этом. Но есть не только двойные, тройные, кратные галактики и даже «гнезда» галактик, т. е. их скопления. Открыты *облака* галактик, насчитывающие в своем составе многие тысячи звездных систем. Таково, например, известное облако галактик в созвездии Волос Вероники, включающее в себя более 30 000 членов. Найден участок неба, где на площади в 36 квадратных градусов сосредоточено 113 облаков галактик, в которых различимо более 120 000 звездных систем! Некоторые же из облаков имеют плотность 220 032 галактики на о д и н квадратный градус! Здесь наше воображение уже не в состоянии оценить по достоинству величие картины: ведь речь идет не о звездах, а о галактиках, каждая из которых, в свою очередь, состоит из миллионов и даже миллиардов отдельных звезд!

Еще в середине текущего века заподозрили, что существует Галактика галактик, несравнимо бóльшая, чем любое из перечисленных только что «облаков». Замечено также, что яркие галактики образуют на небе полосу, или кольцо, вроде Млечного Пути. Этой полосе даже дали название «Млечный Путь галактик».

Если верить расчетам французского астрофизика Ж. Вокулёра, Галактика галактик, или Сверхгалактика, похожа на сплюснутую чечевицу диаметром около 100 миллионов световых лет. Ее центр, видимый в направлении созвездия Девы, отстоит от Местной системы на расстоянии около 30 миллионов световых лет, а период обращения нашей Галактики вокруг центра Сверхгалактики превышает 100 миллиардов лет. Общая же масса Сверхгалактики больше массы Солнца в $10^{15}$ раз, то есть она включает в себя около тысячи биллионов звезд!

Далеко не все астрономы разделяют гипотезу Вокулёра: слишком малы мы по сравнению со Сверхгалактикой и слишком несовершенны наши методы исследования столь невообразимо большого объекта. Вопрос о существовании Сверхгалактики и ее структуре пока остается открытым.

Наше общее знакомство с наблюдаемой частью Вселенной будет неполным, если мы хотя бы кратко не упомянем об особом типе внегалактических объектов, называемых квазизвездными радиоисточниками, или сокращенно *квазарами.*

При наблюдениях в телескоп или на фотоснимках большинство квазаров внешне почти неотличимы от звезд. На самом деле, как свидетельствуют их светимость и спектры, эти объекты по мощности излучения и, вероятно, по массе в сотни раз больше обычных галактик. Между тем поперечники квазаров существенно меньше нескольких световых дней, а значит, квазары — сверхплотные объекты, излучающие во всех участках спектра по каким-то до сих пор не выясненным причинам невообразимо

огромные количества энергии. В частности, в оптическом, видимом диапазоне мощность излучения квазаров близка к $10^{46}$ эрг/с, что в сотни раз больше излучения обычных галактик. За секунду каждый квазар излучает энергию, которой хватило бы для нужд человечества на миллиарды лет!

Из ряда фактов следует, что возраст квазаров вряд ли превосходит несколько миллионов лет. Но за время этой своей относительно короткой жизни квазар излучает энергию порядка $10^{62}$ эрг! Других примеров столь мощного энерговыделения астрофизика не знает.

Квазары — очень далекие объекты. От ближайшего из них луч света доходит до нас за 1,5 миллиарда лет. Самый же далекий из известных квазаров удален от Земли на 12 миллиардов световых лет. Иначе говоря, наблюдая квазары, мы видим очень далекое прошлое Вселенной, близкое к ее первоначальному взрыву.

Возможно, что квазары — это какая-то ранняя и кратковременная стадия развития галактик, еще сохранивших в своем составе значительные количества первичного сверхплотного и сверхэнергичного «дозвездного вещества». Некоторые из астрономов полагают, что по крайней мере часть энергии квазаров объясняется обилием в них «черных дыр», засасывающих в изобилии газово-пылевое вещество. Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков разрабатывают гипотезу, по которой главная часть квазара, его своеобразное «ядро», представляет собой «сверхзвезду» с массой порядка $10^{8}$ масс Солнца (минимально допустимая масса квазара). Обилие гипотез всегда служит признаком неполноты точного знания. Возможно, что для объяснения природы квазаров «не хватит» и всей современной теоретической физики.

Пусть беглое знакомство читателя с новыми открытиями внегалактической астрономии приведет его к единственно правильному, хотя, может быть, и тривиальному заключению: мир гораздо сложнее того, что мы о нем думаем. В этом человечество убеждалось не раз, но не всегда неудачи приводили к должным выводам. Увы, слишком часто наши знания, полученные в земных лабораториях, мы без должных оснований распространяем на всю Вселенную — и на галактики, и на атомы. Такая экстраполяция может оказаться неправомерной. Разве в мире атомов не действуют иные силы, чем в обыденной жизни (например, ядерные силы)? Подобно этому новые открытия в мире галактик вряд ли удастся объяснить с помощью известных нам силовых полей и законов физики. Правильнее в такой ситуации ожидать новых фундаментальных открытий, а не втискивать в прокрустово ложе нынешних знаний явно не вмещающиеся в него факты.

Прав академик В. А. Амбарцумян, недавно заявивший:

«Для объяснения фактических данных, не укладывающихся в рамки старых представлений, мы уже не раз оказывались вы-

нужденными обобщать физические законы и теории. Именно такая потребность возникает при изучении нестационарных процессов в ядрах галактик и в квазизвездных объектах... Здесь уже речь идет о превращениях вещества, при которых плотность меняется в миллиарды раз, а напряженность гравитационного поля может достигать неслыханных величин. Нет и не может быть никакой гарантии, что известные нам законы физики соблюдаются и в этих условиях. Поэтому совсем не удивительно, если окажется, что имеющиеся уже сейчас большие трудности теоретического толкования ряда нестационарных процессов могут перерасти с течением времени в прямое противоречие с известными нам законами теоретической физики».

Как бы далеко ни проникал до сих пор взор человека, вооруженного телескопом, всюду он встречал и всегда будет встречать новые миры и новые материальные системы, находящиеся в состоянии непрерывного движения и изменения.

Такова общая картина звездного мира, к более детальному знакомству с которым мы теперь приступаем.

# КАК ИЗУЧАТЬ СОЗВЕЗДИЯ

При изучении созвездий мы будем пользоваться тремя инструментами — глазом, биноклем и телескопом. Для цели, нами поставленной, этого вооружения вполне достаточно, хотя астрономы при изучении звездного мира пользуются всем арсеналом современных средств исследования. Они, как правило, предпочитают глаз другим, более объективным приемникам излучения, в первую очередь фотопластинке. Широко используются и разнообразные фотоэлектрические устройства, в которых так или иначе лучи света вызывают электрический ток.

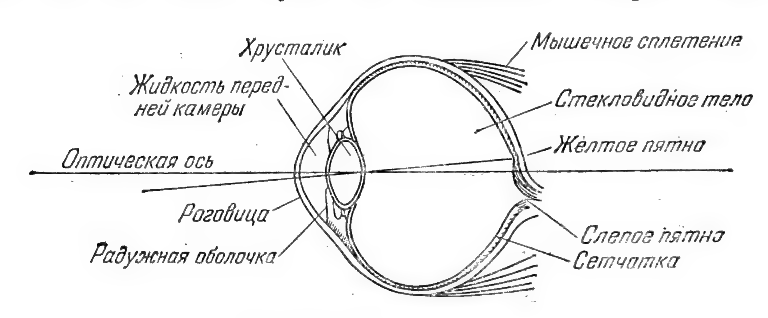



Рис. 11. Строение глаза.

Необыкновенно расширились наши знания о звездном мире с применением методов радиоастрономии. Радиотелескопы, пока совершенно недоступные любителю астрономии, проникли в такие глубины мироздания, которые остаются еще недосягаемыми для обычных оптических телескопов.

Мы упомянули о современных методах изучения звездного мира, чтобы еще раз подчеркнуть ограниченность наших средств и задач. Впрочем, и при этих скромных возможностях изучение созвездий принесет несомненную пользу всем тем, кому дорога наука о звездах.

Наблюдения наши будут только *визуальными*, то есть конечным приемником излучения небесных тел всегда будет глаз. Естественно поэтому начать с рассмотрения достоинств и недостатков этого изумительного органа познания, которым нас наградила природа.

На рис. 11 схематически изображено строение человеческого глаза. Самая внешняя его оболочка — хрящевидная *склера*. Ее передняя часть называется *роговицей*. Она прозрачна, выпукла и по форме близка к шаровой поверхности. Внутренняя оболочка глаза, в которой разветвляются питающие глаз кровеносные сосуды, получила наименование *сосудистой* оболочки. У разных людей передняя часть сосудистой оболочки имеет разный цвет. Ее называют *радужной оболочкой*. Пространство между рогови-

цей и радужной оболочкой заполнено прозрачным органическим веществом.

Посмотрите в зеркало на свои глаза. В центре цветного кружка — радужной оболочки — выделяется круглое черное отверстие — *зрачок*. В глазу он играет роль диафрагмы. Когда излучение, проникающее в глаз, очень велико, особые мышцы уменьшают диаметр зрачка. Наоборот, в темноте зрачок расширяется.

В обычной обстановке при нормальном дневном освещении диаметр зрачка близок к 5 мм. При ночных наблюдениях он увеличивается до 7—8 мм.

Зрачок — это своеобразный вход во внутренние части глаза. К нему непосредственно примыкает замечательная деталь глаза — *хрусталик*. Природа создала эту естественную двояковыпуклую линзу удивительно прозрачной. К тому же добавляется еще одно важное свойство, которого нет ни у одной из искусственных линз. Форма хрусталика, а значит, и его фокусное расстояние, могут изменяться. Мышцы, на которых укреплен хрусталик, способны его растягивать или сжимать, причем так, чтобы на сетчатой оболочке, или *сетчатке* (она еще иначе называется *ретиной*), составляющей внутреннюю поверхность глаза, всегда получались четкие, резкие («отфокусированные) изображения. Эта способность человеческого глаза, благодаря которой мы отчетливо видим мир, называется *аккомодацией*.

Между хрусталиком и сетчаткой расположено *стекловидное тело* — студенистая масса, настолько прозрачная, что лучи света, пройдя хрусталик, практически беспрепятственно достигают сетчатки. На сетчатке глаза, как на экране, создается изображение предмета. Каким же образом это изображение превращается в восприятие?

Сетчатка имеет мелкозернистое, «сетчатое» строение. В ней разветвляется зрительный нерв, входящий в глаз через отверстие, которое называется *слепым пятном*. Эта часть глаза совершенно нечувствительна к свету, но зато вокруг вся остальная часть сетчатки покрыта нервными светочувствительными клетками двух сортов — *колбочками* и *палочками*.

Внешний облик колбочек и палочек лишь отдаленно соответствует их наименованиям.

Палочки более чувствительны к свету, чем колбочки. Зато благодаря колбочкам мы различаем окраску предметов. Без них мир казался бы серо-черным, как на обычной нецветной фотографии. Любопытно, что глаза ночных животных содержат только палочки — все предметы кажутся им бесцветными. Впрочем, и мы с вами в сумерки, когда слабое освещение почти не воздействует на малочувствительные колбочки, видим мир посредством главным образом палочек. Дневная гамма красок сильно блекнет, а ночью и вовсе «все кошки серы».

Светочувствительные клетки расположены по сетчатке неравномерно. В средней ее части, находящейся против зрачка,

преобладают колбочки, а на краях больше палочек. Этим обстоятельством объясняется так называемый *эффект бокового зрения*, которым нередко приходится пользоваться при наблюдении звезд. Когда хочешь получше рассмотреть какую-нибудь слабо светящуюся звезду, надо смотреть не прямо на нее, а несколько «вбок». Тогда изображение звезды получается на той части сетчатки, которая богата палочками, и звезду мы видим вполне отчетливо.

Человеческий глаз — необыкновенно чувствительный приемник излучения. Тем не менее глазу свойственны и многие недостатки. Упомянем из них лишь те, которые имеют отношение к наблюдению звезд.

Яркие звезды всегда выглядят лучистыми. Наклоните слегка голову влево или вправо, и лучи повернутся. Ясно, что эти лучи звезды иллюзорны, порождены каким-то оптическим эффектом. Вызван этот эффект рассеянием света в хрусталике и стекловидном теле. В значительной степени он обусловлен неправильностями границы зрачка.

Чувствительность человеческого глаза к лучам с разной длиной волны различная. Подавляющую часть электромагнитных волн (радиоволны, инфракрасные и ультрафиолетовые лучи и т. д.) глаз не воспринимает вовсе. Мы видим лишь те лучи, длины волн которых заключены в пределах от 400 до 760 нм (нанометров; 1 нм $= 10^{-9}$ м). Наиболее же чувствителен глаз к зеленым лучам с длиной волны 555 нм. Подчеркнем, что речь идет о нормальном человеческом глазе. Отклонения от этой нормы у разных людей могут быть весьма значительными — вплоть до полной «цветовой слепоты».

При наблюдениях звезд надо иметь в виду особые свойства глаза, получившие наименование эффектов Пуркинье и Галлисо. Они заключаются в том, что при сравнении двух одинаково ярких звезд красная будет казаться ярче голубой, а при сравнении двух одинаково слабых звезд наблюдается противоположный эффект.

Вообще визуальные определения цвета звезд всегда отягощены субъективными ошибками. Особенно сильно проявляются эти недостатки при наблюдениях двойных звезд, о чем речь пойдет ниже.

Если ночью из ярко освещенной комнаты выйти сразу на улицу, то на звездном небе увидишь сначала только самые яркие звезды. Глаз должен привыкнуть, приспособиться к темноте, и только после этого он приобретает должную чувствительность. Это свойство глаза получило название *адаптации*.

Рассказывают, что известный итальянский исследователь Марса Скиапарелли, прежде чем приступить к наблюдениям планеты, целый час сидел с открытыми глазами в совершенно темной комнате. Только после такой полной адаптации глаза он начинал наблюдать в телескоп. Зато и видел Скиапарелли

больше, чем другие астрономы, и о нем говорили, что он обладает «орлиным зрением».

При наблюдениях слабых объектов звездного неба (в особенности туманностей) непременно используйте адаптацию глаза, приучайте, подобно Скиапарелли, свой глаз к темноте. Только в этом случае ваши наблюдения будут вполне успешными.

Представим себе, что такая предварительная тренировка выполнена. Сколько звезд может увидеть на небе невооруженный человеческий глаз?

Подсчеты подобного рода давно уже проделаны. Оказывается, на всем звездном небе в самую темную ночь нормальный человеческий глаз способен различить около 6000 звезд. Их различие в яркости очевидно при первом же взгляде на небо.

Как правило, невооруженный глаз не видит звезд слабее $6^m$. Однако исключительно зоркие люди при особенно благоприятных условиях наблюдения могут увидеть гораздо менее яркие звезды. Так, например, на горной Ликской обсерватории (США) в очень темные и прозрачные ночи удавалось разглядеть звезды до $8^m,5$! В такие моменты наблюдателю становились доступными на всем небе десятки тысяч звезд.

Возможности человеческого глаза ограничены не только в восприятии излучения достаточно слабых небесных объектов, но и в способности различать в отдельности две достаточно близкие друг к другу на небе звезды.

Вы сейчас видите букву «О» в этом тексте под углом, близким к 30 минутам дуги. Кстати сказать, почти под таким же углом мы видим с Земли Луну и Солнце. Неправда ли, они кажутся гораздо бóльшими? Здесь мы встречаемся с одним из многочисленных обманов зрения.

Если угол зрения настолько мал, что лучи от двух краев предмета попадают на одну и ту же колбочку или палочку, этот предмет мы воспримем как точку без каких-либо подробностей. Зная, что поперечник колбочек и палочек близок к 0,004 мм, а фокусное расстояние хрусталика около 23 мм, нетрудно подсчитать, что *предельный угол зрения*, при котором глаз может различить форму предмета, а значит, и увидеть в отдельности две тесно расположенные звезды, близок к одной минуте дуги. Под таким углом мы увидели бы типографскую точку на этой странице с расстояния трех с половиной метров.

Конечно, указанная величина есть величина средняя, верная для нормального глаза. Наблюдаются уклонения как в ту, так и в другую сторону. Однако и для самого зоркого глаза звезды всегда выглядят точками — их реальные диаметры видны с Земли под углами, гораздо меньшими одной минуты дуги.

Роль оптических средств, употребляемых астрономами при изучении Вселенной, заключается, в сущности, в усовершенствовании нашего зрения, в преодолении недостатков человеческого глаза.

Как бинокль, так и телескоп прежде всего в двух отношениях превосходят глаз — они собирают больше света и позволяют наблюдать небесные тела под гораздо бо́льшим углом зрения.

Для знакомства с достопримечательностями созвездий из различных биноклей наиболее пригодны призменные.

Что касается театральных биноклей, то их оптические качества несравненно ниже и астрономические наблюдения с ними весьма ограничены.

На рис. 12 показан в разрезе обычный призменный бинокль. Луч света, пройдя сквозь объектив, встречает затем на своем пути две призмы полного внутреннего отражения. Они нужны, во-первых, для уменьшения размеров бинокля и, во-вторых, для получения в итоге прямого, неперевернутого изображения предмета. Последнее обстоятельство в астрономии несущественно, но при рассматривании земных предметов оно должно быть учтено.

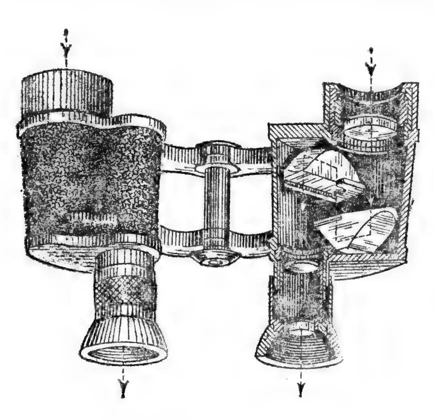


Рис. 12. Призменный бинокль.

Созданное объективом изображение объекта рассматривается в окуляр, в сущности, представляющий собой увеличительную оптическую систему, действующую как сильная лупа. Окуляры бинокля соединены с корпусом бинокля винтовой нарезкой, с помощью которой, ввинчивая или, наоборот, вывинчивая окуляр, можно «фокусировать» изображение объекта.

При этом полезно пользоваться шкалой, нанесенной на окулярные трубки,— чтобы не фокусировать каждый раз, можно запомнить соответствующие деления шкалы.

В призменных биноклях обе половины бинокля соединены осью, поворот вокруг которой изменяет расстояние между окулярами. Перед наблюдениями надо установить бинокль так, чтобы расстояние между оптическими осями его окуляров было равно расстоянию между глазами наблюдателя.

Мы не будем касаться подробностей устройства биноклей, отсылая интересующихся к прекрасной и единственной в своем роде книге М. Е. Набокова*). Отметим лишь те качества биноклей, которые будут существенными для намеченных нами астрономических наблюдений.

Советская оптическая промышленность выпускает призменные бинокли нескольких типов. Наиболее доступен и часто

*) Набоков М. Е. Астрономические наблюдения с биноклем.— М.: Гостехиздат, 1948.

встречается в продаже шестикратный бинокль с диаметром объектива 30 мм. Теоретически такой бинокль собирает света в 36 раз больше, чем человеческий глаз. В темную ночь при хороших атмосферных условиях в него удается разглядеть звезды до $10^m$. Иначе говоря, на всем звездном небе с помощью этого бинокля можно увидеть около полумиллиона звезд!

Увеличивает бинокль и разрешающую способность человеческого зрения — в тот же шестикратный бинокль удается различить в отдельности звезды, если на небе расстояние между ними не меньше 7,5 секунды дуги. Правда, эта величина — предельная. Практически разрешающая способность оптических инструментов зависит и от атмосферных условий, и от разности в блеске наблюдаемых тесно расположенных звезд, и от других причин. Благодаря им фактическая разрешающая способность инструмента всегда ниже теоретической.



Рис. 13. Простейший штатив для бинокля.

При наблюдениях в бинокль или телескоп поле зрения имеет форму круга. Угловой поперечник этого круга у разных инструментов различен, а у одного и того же инструмента зависит от применяемого увеличения: чем больше увеличение, тем меньше поле зрения.

В советских шестикратных призменных биноклях диаметр поля зрения равен 8,5 градуса, что в 17 раз превосходит видимые угловые поперечники Луны или Солнца.

Встречаются в продаже и восьмикратные призменные бинокли с диаметром объектива 30 мм и, очень редко, десятикратные бинокли с объективом 50 мм. Последние являются отличными инструментами для общего изучения звездного неба.

Если при астрономических наблюдениях держать бинокль в руках, результаты получатся плохие. Руки быстро устают, начинают дрожать и наблюдатель увидит прыгающие изображения звезд. Чтобы избежать этого, непременно сделайте штатив для бинокля, например такой, как на рис. 13. Без опоры или установки астрономические наблюдения с биноклем почти полностью обесцениваются.

Несмотря на большие преимущества бинокля по сравнению с невооруженным глазом, главным инструментом при изучении достопримечательностей созвездий все же следует считать *телескоп*. В последние годы советская оптическая промышленность стала выпускать недорогие и хорошие по качеству телескопы. Их можно приобрести в магазинах наглядных пособий Главуч-

техпрома, и они вполне удовлетворят запросы рядового любителя астрономии. По этим причинам мы не будем описывать устройство небольших современных телескопов заграничных марок (например, Народного предприятия Цейс) или телескопов дореволюционного выпуска, иногда попадающих в руки астронома-любителя. Заметим лишь, что те из читателей, которым не удастся приобрести настоящий телескоп заводского изготовления, могут при достаточном усердии сами построить себе довольно хороший самодельный телескоп-рефлектор *).

Итак, речь пойдет об имеющихся в продаже так называемых школьных телескопах. Самый простой из них — это телескоп-рефрактор с диаметром объектива 60 мм. Он снабжен двумя окулярами с увеличением 32 и 64 раза и укреплен на так называемой азимутальной головке, позволяющей ему вращаться вокруг двух взаимно перпендикулярных осей — горизонтальной и вертикальной.

Так как при движении светил по небосводу одновременно меняются и их угловая высота над горизонтом и их азимут, азимутальная установка обладает существенным недостатком: приходится все время подправлять телескоп сразу по двум направлениям — и по высоте и по азимуту.

Малый школьный рефрактор — назовем так этот телескоп — позволяет наблюдать звезды до $11^m$ и различать в отдельности две звезды, если угловое расстояние между ними не меньше 2,4 секунды дуги. Гораздо совершеннее школьный менисковый телескоп системы Д. Д. Максутова. В чем преимущества этой системы телескопов перед обычными телескопами-рефракторами?

В телескопе-рефракторе объективом служит положительная, собирательная линза или система из двух линз, действующая совместно, как одна собирательная линза (рис. 14).

Объектив, собирая лучи от небесного тела, дает его изображение в так называемой фокальной плоскости. Это изображение рассматривается через сильно увеличивающую сложную лупу, называемую окуляром.

И объектив, и окуляр телескопа имеют определенные фокусные расстояния (так называют расстояния от этих линз до даваемых ими четких изображений далеких предметов). Можно легко доказать, что увеличение телескопа равно отношению фокусного расстояния объектива к фокусному расстоянию окуляра. Так, например, если фокусное расстояние объектива равно 1 м, а фокусное расстояние окуляра 1 см, то телескоп будет увеличивать ровно в 100 раз. Иначе говоря, в такой телескоп все небесные светила мы увидим под углом в сто раз бóльшим, чем невооруженным глазом.

---

*) См. книги: Навашин М. С. Телескоп астронома-любителя.— М.: Наука, 1979; Астрономический календарь на 1980 г. Описание самодельных телескопов можно найти в различных выпусках журнала «Земля и Вселенная».

В телескопе-рефлекторе объективом служит вогнутое параболическое зеркало. Даваемое им изображение светила обычно отражается с помощью зеркала или призмы в боковой окуляр, укрепленный на тубусе (трубе) рефлектора. Бывают и такие рефлекторы, в главном зеркале которых сделано отверстие для окуляра. Ход лучей в таком рефлекторе показан на рис. 14.

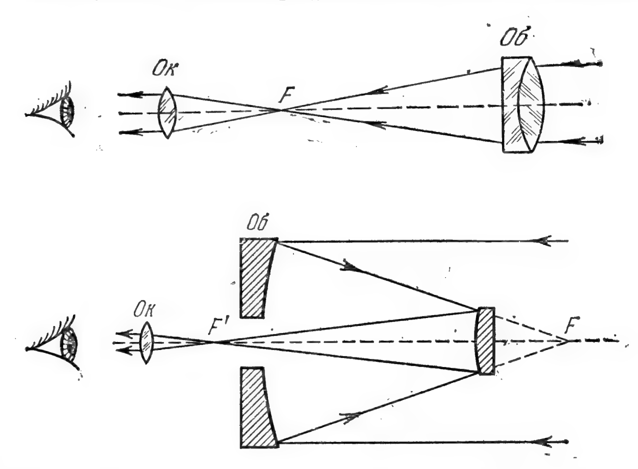



Рис. 14. Схемы рефрактора (вверху) и рефлектора. *Об* — объектив, *Ок* — окуляр, *F* — фокус.

При всех достоинствах рефракторов и рефлекторов они обладают существенными недостатками. Их оптические части (линзы и зеркала) вносят в изображение небесных тел искажения, которые называются *аберрациями*. Из них главными являются *сферическая* и *хроматическая аберрации*.

Краевые части собирательной линзы преломляют световые лучи параллельного пучка сильнее, чем ее центральные части. Из-за этого точка схождения «краевых» лучей — их фокус — расположена ближе к линзе, чем фокус «центральных» лучей. В этом заключается сферическая аберрация, которая проявляется в размытости даваемых линзой изображений. Точнее говоря, из-за сферической аберрации или края изображения бывают размытыми (не «в фокусе»), или его центральные части. Достичь же одинаковой четкости изображения во всех его частях не удается.

Иной характер носит хроматическая аберрация. Она выражается в том, что лучи разного цвета преломляются линзой по-разному — фиолетовые, например, сильнее, чем красные. Из-за этого изображение небесного светила выглядит окрашенным в радужные цвета, что, конечно, также мешает наблюдениям.

Для ослабления аберраций объективы рефракторов монтируют из двух (а иногда и трех) линз (см. рис. 14). Первая из них

двояковыпуклая, вторая — плоско-вогнутая. Сложенные вместе, они действуют, как одна собирательная плоско-выпуклая линза. Аналогичное устройство имеют и окуляры телескопов (рис. 15).

Оказывается, можно, подбирая кривизну линз и сорт их стекла, добиться того, чтобы объектив рефрактора практически не давал сферической аберрации. Полностью же уничтожить

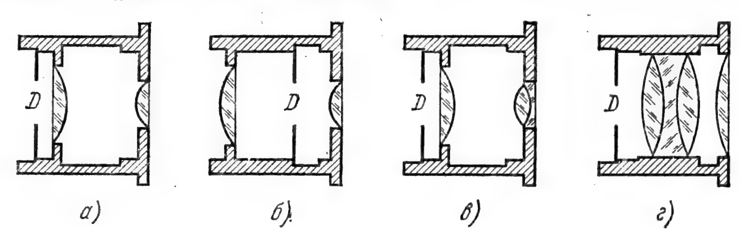



Рис. 15. Различные типы окуляров: *а*) Рамсдена, *б*) Гюйгенса, *в*) Кельнера (ахроматический), *г*) Аббе (ортоскопический).

хроматическую аберрацию таким способом невозможно — обязательно остается некоторая, правда, однотонная (обычно голубоватая), окрашенность изображений.

Рефлекторы в этом отношении лучше рефракторов. Их объективы — зеркала — не обладают хроматической аберрацией, а если главному зеркалу к тому же придана форма параболоида, сферическая аберрация также сильно ослабляется. Правда, в этом случае главная трудность заключается в «параболизации» зеркала, в придании ему строго параболоидной формы. Необходимая точность здесь исключительно велика. Так, например, при изготовлении зеркала американского рефлектора обсерватории Маунт Паломар, имеющего 5 м в диаметре, допускаемые отступления от нужной формы не превышали долей микрометра!

Отсюда ясно, с какими огромными трудностями связана постройка крупных рефлекторов. Не легче создавать и крупные телескопы-рефракторы. Поэтому уже давно назрела необходимость в новых системах телескопов, которые при сравнительно небольших размерах обладали бы высокими оптическими качествами. Такие телескопы, названные менисковыми, были изобретены еще в 1941 г. членом-корреспондентом АН СССР Д. Д. Максутовым. В настоящее время менисковые телескопы широко используются как у нас, так и за рубежом. На рис. 16 показана принципиальная схема школьного менискового телескопа.

Лучи света, идущие от светила, прежде чем попасть на главное вогнутое зеркало телескопа, проходят через тонкую выпукло-вогнутую р а с с е и в а ю щ у ю линзу — мениск. Отразившись от главного зеркала, лучи снова возвращаются к мениску, центральная часть внутренней поверхности которого посеребрена и, таким образом, выполняет роль выпуклого зеркала. Отразившись от него, лучи попадают в окуляр, вставленный в отверстие глав-

ного зеркала. Преимущества менискового телескопа весьма существенны.

Во-первых (и в этом состоит главная идея менискового телескопа), форму поверхностей мениска можно выбрать так, что при сферической поверхности главного зеркала сферическая аберрация мениска полностью скомпенсирует (то есть как бы уничтожит) сферическую аберрацию зеркала. Хроматическая же аберрация из-за тонкости мениска и его малой искривленности практически отсутствует. Таким образом, менисковый телескоп дает четкие, неокрашенные высококачественные изображения.

Во-вторых, при изготовлении оптической части менисковых

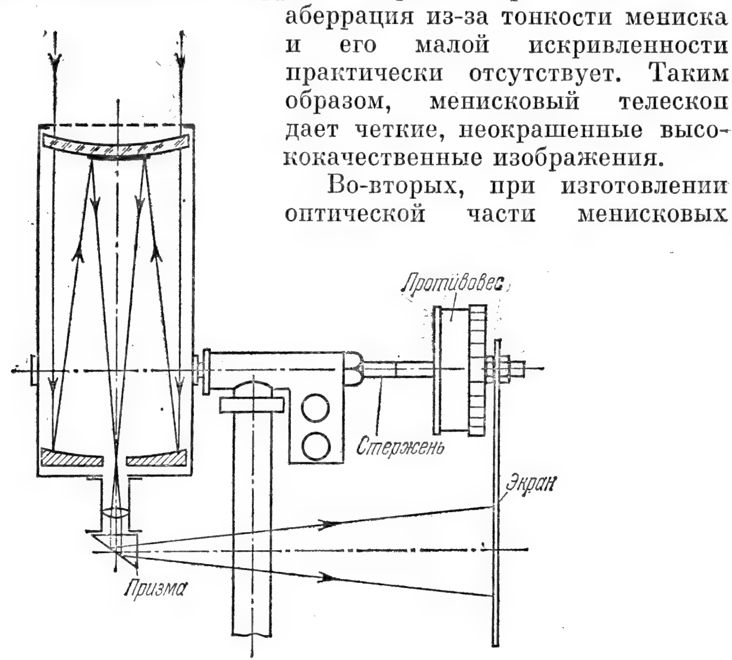



Рис. 16. Схема школьного менискового телескопа.

телескопов приходится затрачивать гораздо меньше усилий, чем при создании обычных рефлекторов. Причина в том, что не только у главного зеркала, но и у мениска поверхности имеют сферическую форму, а добиться такой формы технически несравненно легче, чем параболической.

В-третьих, луч света, попав в менисковый телескоп, дважды меняет свое направление. Эта особенность движения луча сильно сокращает длину инструмента и делает менисковый телескоп компактным, удобным в обращении.

Наконец, в-четвертых, мениск герметически закупоривает трубу телескопа. Это предохраняет главное зеркало от попадания влаги, пыли, что, конечно, удлиняет сроки его пригодности для наблюдений.

Школьный менисковый телескоп (рис. 17) очень компактен — длина его тубуса (трубы) 25 см, а высота теле-

скопа вместе со штативом 40 см. Проницающая его способность достаточно велика — в школьный менисковый телескоп доступны звезды до 11-й зв. величины. Более высока, чем у малого школьного рефрактора, его разрешающая способность — около 2 секунд дуги.

На поворачивающейся окулярной обойме вмонтированы два окуляра, увеличивающие в 25 и 70 раз. Оба они снабжены зенитными призмами, облегчающими наблюдения светил, близких к зениту. Удобен визир, играющий роль своеобразного прицела при наводке телескопа на объект.

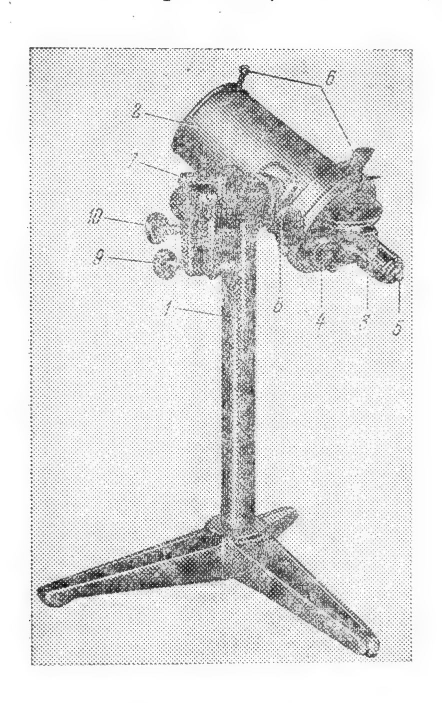



Рис. 17. Школьный менисковый телескоп. *1* — штатив, *2* — труба телескопа, *3* — окуляр с увеличением 25, *4* — окуляр с увеличением 70, *5* — зенитная призма, *6* — визиры для наведения на избранный объект, *7—10* — винты зажима и винты тонкой наводки прибора.

Установка школьного менискового телескопа — азимутальная, что является одним из его недостатков. Правда, азимутальная головка инструмента снабжена не только крепящими, но и микрометрическими «ключами» (винтами), позволяющими наблюдателю медленно поворачивать телескоп вслед за уходящим из поля зрения светилом, но это мало облегчает положение. Другое неудобство — короткий штатив, требующий дополнительной достаточно высокой опоры в виде стола, тумбы или специального столба.

Поле зрения инструмента большое. При увеличении в 25 раз его диаметр равен 48 минутам дуги, при увеличении в 70 раз — 16 минутам дуги, что почти вдвое меньше видимого лунного диска.

При всех недостатках установки школьного менискового телескопа его оптические качества достаточно высоки, и этот инструмент смело можно рекомендовать для изучения звездного неба.

Бесспорно лучший из всех трех школьных телескопов — б о л ь ш о й  ш к о л ь н ы й  р е ф р а к т о р (рис. 18) с диаметром объектива 80 мм. Прежде всего его установка не азимутальная, а параллактическая. В такой установке одна из двух взаимно перепендикулярных осей, вокруг которых может поворачиваться

телескоп, направлена на полюс мира (или, приближенно, на Полярную звезду). Благодаря этому при вращении вокруг другой оси телескоп следует за светилом и для того, чтобы удерживать объект в поле зрения инструмента, достаточно пользоваться одним так называемым «часовым» ключом. Параллактическая головка инструмента (она сделана съемной) соединена с высоким раздвижным переносным штативом, что также создает существенные удобства для наблюдателя.

Мы опускаем (как и в предыдущих случаях) подробное описание технического устройства инструмента, так как все это хорошо изложено в подробных, обстоятельных инструкциях, прилагаемых к каждому из телескопов. Упомянем лишь, что большой школьный рефрактор имеет все черты «настоящего» телескопа: противовес на оси склонений, два зажимных и два микрометрических ключа, противоросник, устройство для установки по широте места наблюдения и многое другое. В частности, телескоп снабжен диафрагмой и специальным экраном для наблюдения Солнца. Однако нас интересуют сейчас те качества этого инструмента, которые имеют непосредственное отношение к наблюдениям звездного неба.

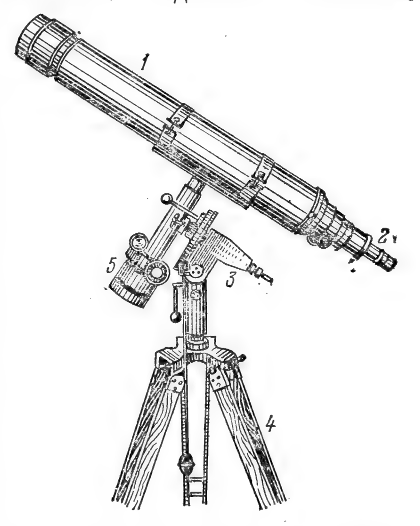


Рис. 18. Большой школьный рефрактор. *1* — тубус, *2* — окулярная часть, *3* — головка штатива, *4* — штатив, *5* — противовес.

Диаметр его объектива, как уже отмечалось, 80 мм. Три окуляра позволяют применять увеличения в 80, 40 и 28,5 раза. В хорошие ночи удается различить звезды до $11^m,5$.

Теоретическая разрешающая способность большого школьного рефрактора — $1'',75$. На практике, по уже указанным причинам, она несколько ниже — $2'',06$.

Все три школьных телескопа не только отличные средства для общего знакомства с достопримечательностями созвездий и Луны, но и инструменты, вполне пригодные для некоторых простейших научных наблюдений *). Кто захочет от общего созерцания небесных тел перейти к посильному научному их изучению (что весьма желательно), может воспользоваться для этой цели обстоятельным руководством, созданным П. Г. Куликовским (см. сноску на с. 16).

---

*) В продаже иногда бывают также зрительные трубы ЗРТ-457 и ЗРТ-460 с диаметрами объектива 70 мм и 50 мм.

Несколько методических замечаний о наблюдениях звездного мира в школьные телескопы.

Главная трудность для начинающего — наводка телескопа на интересующий его объект. Здесь помогут только тренировка и некоторый опыт в «нацеливании» телескопа на земные предметы. При наводке надо смотреть вдоль телескопа, и когда объект окажется на краю верхней части тубуса телескопа, слегка поверните телескоп так, чтобы боковая поверхность тубуса стала для нас невидимой. Взглянув после этого в окуляр, вы увидите предмет и, закрепив ключи, можете затем «отфокусировать» изображение.

Полезно раз навсегда отметить черточкой положение окулярной трубки телескопа для четкой фокусировки различных окуляров. Если же окуляр предварительно не отфокусирован, увидеть в него (даже при точной наводке инструмента) слабую звезду или туманность очень трудно, а иногда и просто невозможно.

В телескоп яркие звезды видны не точками, а крошечными дисками. Не подумайте, что вы наблюдаете реальные, настоящие диски звезд. Удаленность звезд от Земли так велика, что даже в крупнейшие из современных телескопов рассмотреть их диски не удается. Кажущиеся же диски звезд — следствие особого оптического явления, называемого дифракцией. Чем больше диаметр объектива телескопа, тем меньше обманчивый дифракционный диск. При хороших атмосферных условиях вокруг дифракционного диска звезды видно несколько светлых дифракционных колец — оптических образований, не имеющих, конечно, никакого отношения к самой звезде.

Для разных объектов применяются разные увеличения. Туманности и звездные скопления обычно удобнее наблюдать с окулярами, дающими небольшое увеличение. Наоборот, для разделения тесных и достаточно ярких двойных звезд целесообразно употребить сильный окуляр. На практике удобно при наведении телескопа на небесное тело сначала поставить слабый окуляр, а затем, уже наведя, сменить его на более сильный.

Излагаемая в книге программа наблюдений рассчитана для возможностей большого школьного телескопа-рефрактора. Эта «программа-максимум» с соответствующими коррективами может быть, конечно, использована и для наблюдения с другими инструментами.

## ГДЕ И КОГДА?

Вот вы решили приступить к астрономическим наблюдениям. Объект наблюдения выбран, ночь ясная. Остается выяснить, где на небе искать выбранный вами объект. С чего следует начать?

Земля шарообразна и, кроме того, одновременно участвует в двух главных движениях — вращается вокруг оси и обращается вокруг Солнца. По этим причинам вид звездного неба, или, точнее, видимое расположение звезд на небе по отношению к горизонту, зависит в основном от трех обстоятельств: положения наблюдателя на земном шаре, момента суток и календарной даты. Значит, нельзя ответить на вопрос, где виден тот или иной объект звездного мира, если неизвестно, когда производятся наблюдения. При этом, еще раз подчеркнем, положение наблюдателя на земном шаре, точнее, географическая широта места наблюдателя, считается известным. Для того чтобы разобраться более подробно во всех этих вопросах (что необходимо при пользовании звездными картами), познакомимся в самых общих чертах с некоторыми основными понятиями *сферической астрономии*.

Простейшие астрономические явления, знакомые каждому еще с детских лет, совершаются «на небе». По небу движутся Солнце и Луна, на чистом ночном небе видны тысячи звезд, а нередко, к досаде астрономов, небо бывает пасмурным.

Слово «небо» так часто употребляется астрономами, что, приступая к наблюдениям звездного «неба», необходимо прежде всего уточнить, что́ современная наука понимает под этим термином.

Когда мы находимся на открытом месте (например, в поле или на море), весь мир представляется нам как бы разделенным на две части. Под ногами у нас земная поверхность, а все, что мы видим над нею, составляет небо. Можно сказать, таким образом, что *небом называется мировое пространство, рассматриваемое сквозь воздушную оболочку Земли — атмосферу*.

Земная атмосфера несколько искажает истинную картину космоса. Во-первых, облачные атмосферные образования в большей или меньшей степени препятствуют астрономическим наблюдениям. Во-вторых, из всех лучей, идущих на Землю от Солнца, земная атмосфера сильнее всего рассеивает синие и голубые лучи. Благодаря этому небо в ясную погоду кажется голубым, тогда как при отсутствии атмосферы небо и днем и ночью выглядело бы одинаково черным. В-третьих, наконец, воздушная оболочка Земли слегка изменяет направление световых лучей небесных тел, ослабляет (за счет поглощения) их интенсивность и даже влияет на их цвет. Поэтому, в частности, звезды кажутся мерцающими и переливающимися всеми цветами радуги.

Но все эти искажения невелики, и в целом можно утверждать, что земная атмосфера обладает большой прозрачностью *).

Небо всегда кажется нам почти сферическим куполом, опирающимся своими краями на земную поверхность. Этот обман чувств послужил причиной для всех древних идей о «небесной тверди» или твердом небосводе. Хотя в настоящее время никто из мало-мальски образованных людей не считает небо твердым куполом, термин «небосвод» сохранился. Мы будем понимать под этим словом то обманчивое восприятие «небесного купола», которое свойственно всем людям.

Столь же широко распространен и другой обман чувств. Мы не ощущаем разницы в расстояниях до Солнца, Луны и звезд. Все небесные светила кажутся нам одинаково удаленными от Земли и движущимися по одному «небосводу».

Поэтому, рассматривая небесные явления, астрономы для удобства рассуждений представляют себе некоторую воображаемую сферу произвольного радиуса с центром в глазу наблюдателя, на поверхность которой проектируются изображения небесных светил. Такая условная сфера получила название *небесной сферы.*

В некоторых случаях центр небесной сферы совмещают мысленно с глазом не реального, а воображаемого наблюдателя, помещаемого, например, в центре Солнца или другой точке Вселенной.

Небесная сфера — это, разумеется, не какое-то реальное образование, а условное геометрическое построение, введенное для удобства измерений видимых положений светил.

Радиус небесной сферы считается произвольным (и не обязательно очень большим) именно потому, что расстояния до небесных тел при первоначальных наблюдениях не играют роли и приходится ограничиваться угловыми измерениями на небе. А при таких измерениях, как известно, длина сторон угла на величину угла никак не влияет. Представим себе теперь наблюдателя, находящегося на поверхности Земли, и описанную вокруг него небесную сферу (рис. 19). В каждом пункте земной поверхности с помощью отвеса легко определить направление отвесной или вертикальной линии. Она пересечет небесную сферу в двух точках $Z$ и $Z'$. Та из них, которая находится прямо над головой наблюдателя, называется *зенитом* ($Z$), а противоположная точка — *надиром* (рис. 20).

Проведем через центр небесной сферы (глаз наблюдателя) горизонтальную плоскость. Окружность, по которой эта плоскость пересекает небесную сферу, называется *истинным* или *математическим горизонтом.*

Нетрудно сообразить, что математический горизонт не совпадает с *видимым* или *наблюдаемым горизонтом.* Последний состо-

*) Имеется в виду видимый глазом участок спектра.

ит из точек, в которых луч зрения наблюдателя касается земной поверхности. Так как плоскость математического горизонта расположена над земной поверхностью, то математический горизонт всегда слегка «приподнят» над видимым горизонтом.

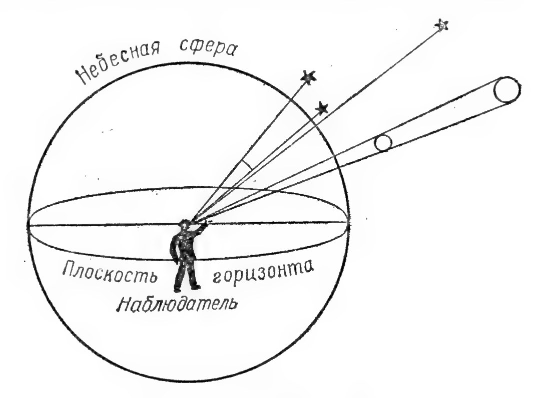



Рис. 19. Небесная сфера.

В дальнейшем для упрощения чертежей мы на рисунках небесной сферы не будем изображать ни Земли, ни наблюдателя, хотя их присутствие подразумевается.

Введенные понятия вертикальной линии и математического горизонта позволят нам теперь разобраться в простейших видимых движениях небесных светил, в частности, звезд.

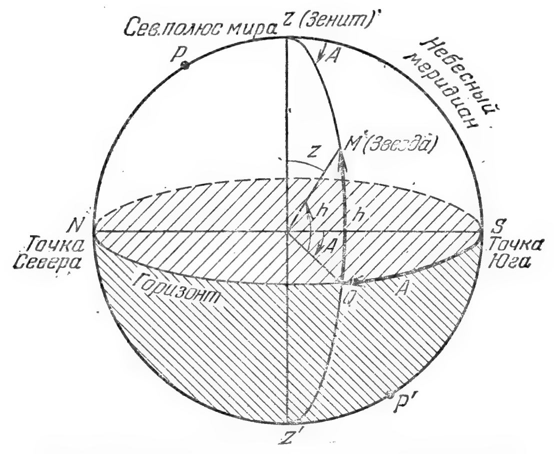



Рис. 20. Горизонтальная система координат.

Общеизвестно, что наблюдаемое нами ежедневно движение Солнца по небосводу есть иллюзия. На самом деле почти равномерно вращается земной шар, и его вращение является

причиной суточного движения Солнца, периодической смены дня и ночи.

Вращение Земли вызывает видимое суточное движение не только Солнца, но и всех других небесных светил. В этом легко убедиться путем несложных наблюдений.

Когда Солнце скроется за горизонт и наступит звездная ночь, обратите внимание на какую-нибудь яркую звезду в южной части неба. Заметьте ее расположение по отношению к какому-нибудь земному предмету, а затем повторите (с того же места!) наблюдение через полчаса или через час. Вы обнаружите, что наблюдаемая вами звезда заметно сместилась на небосводе. Легко проверить, что и все остальные звезды испытали при этом подобное же смещение. Следовательно, все звездное небо, как единое целое, кажется вращающимся вокруг Земли.

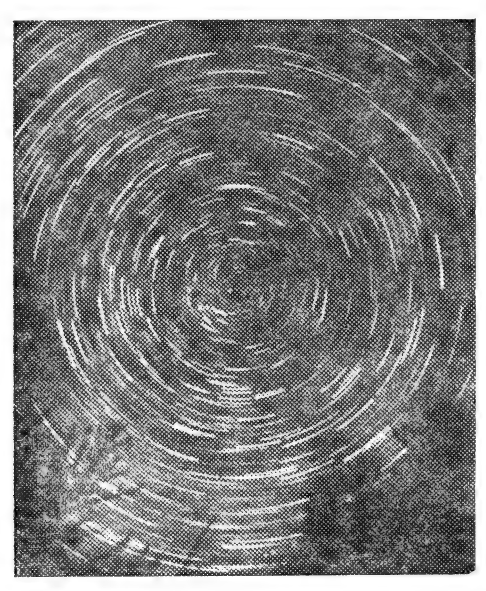


Рис. 21. Суточное движение звезд в околополярной области.

Возьмем теперь фотографический аппарат, установим его объектив на «бесконечность» и, укрепив неподвижно, направим его в северную часть звездного неба, туда, где виднеется Полярная звезда. Произведем снимок звезд с выдержкой около часа. Звезды благодаря своему видимому движению изобразятся концентрическими дугами, общий центр которых близок к Полярной звезде (рис. 21).

Таким образом, на небосводе или, точнее, на небесной сфере есть неподвижная точка, вокруг которой, как нам кажется, движутся все наблюдаемые нами звезды. Она называется *северным полюсом мира*. Противоположная, также неподвижная, точка небесной сферы называется *южным полюсом мира* (рис. 22). Прямая, соединяющая оба полюса мира, получила название *оси мира*. При наблюдении звездного неба создается обманчивое впечатление, что все звезды укреплены на какой-то невидимой прозрачной хрустальной сфере (так думали древние) и эта сфера медленно вращается вокруг оси мира, завершая полный оборот за сутки.

Если через центр небесной сферы провести плоскость, перпендикулярную к оси мира, то она пересечет небесную сферу по линии, которая называется *небесным экватором*. Небесный экватор

делит небо на два полушария. То из них, в котором находится Полярная звезда, называется северным, а противоположное — южным. Нетрудно сообразить, что небесный экватор имеет такой же радиус, как и небесная сфера. Подобные окружности на поверхности любой сферы называются *большими кругами* данной сферы.

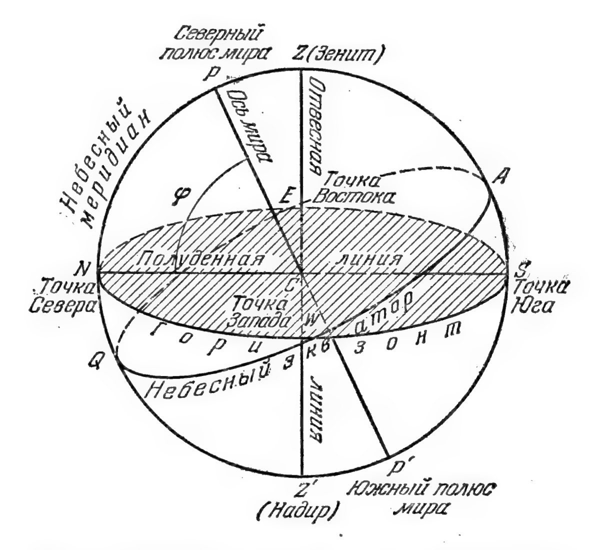



Рис. 22. Небесный экватор и небесный меридиан.

Видимые пути звезд в их кажущемся движении по небосводу параллельны небесному экватору. То же можно сказать и о видимых суточных путях Солнца и Луны.

Проведем мысленно плоскость через три точки: глаз наблюдателя, зенит и северный полюс мира. Она пересечет небесную сферу по большому кругу, который называется *небесным меридианом.* Небесный меридиан пересекает математический горизонт в двух точках, из которых ближайшая к северному полюсу мира называется *точкой севера*, а противоположная — *точкой юга.* Точки горизонта, отстоящие в обе стороны от этих точек на 90°, называются *точками востока* и *запада.* Очевидно, именно в этих точках с математическим горизонтом пересекается небесный экватор.

Прямая, соединяющая точки севера и юга, называется *полуденной линией.* Легко убедиться, что в полдень тени от всех предметов падают по направлению этой линии.

Наблюдая видимое движение звезд в южной части небосвода, можно заметить, что, проходя через небесный меридиан, они занимают при этом н а и в ы с ш е е положение над горизонтом. Наоборот, на участке небесного меридиана между северным полюсом мира и точкой севера звезда, пересекая небесный меридиан, оказывается в этот момент в наинизшем положении по отношению

к горизонту. Первое из этих явлений называется *верхней кульминацией* звезды (или вообще какого-нибудь светила), а второе — его *нижней кульминацией*.

Таким образом, *кульминацией светила называется его прохождение через небесный меридиан.*

Продолжая наблюдения звездного неба, можно заметить, что звезды (для наблюдателя, находящегося в умеренных широтах) можно разделить на три группы. К первой из них отнесем все те звезды, которые в нижней кульминации проходят выше точки севера. Очевидно, что они никогда не пересекают линию горизонта и потому образуют группу *незаходящих звезд* (рис. 23).

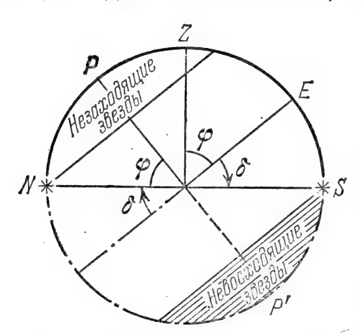


Рис. 23. Незаходящие и невосходящие звезды.

Есть, разумеется, и такие звезды, верхняя кульминация которых происходит под горизонтом, ниже точки юга. Они принадлежат к группе *невосходящих звезд.* Наконец, между рассмотренными двумя зонами неба располагается область, в которой все звезды дважды в сутки (при восходе и заходе) пересекают линию горизонта. Они составляют группу *восходящих и заходящих звезд.*

Как уже говорилось, все звезды при своем видимом суточном движении, вызванном осевым вращением Земли, перемещаются на небесной сфере параллельно небесному экватору. Так как при этом угловое расстояние любой звезды от небесного экватора остается постоянным, естественно определять положение звезд на небесной сфере не относительно горизонта, а по отношению к небесному экватору. Угловое расстояние звезды от небесного экватора, обозначаемое греческой буквой $\delta$, называется ее *склонением.*

Таким образом, *склонением небесного светила называется угол между направлением из центра небесной сферы на данное светило и плоскостью небесного экватора.*

Полуокружности, соединяющие полюсы мира, называются *кругами склонения.* Через данное светило всегда проходит один из кругов склонения.

Склонение измеряется в градусах, минутах и секундах дуги. Условились считать склонение положительным для светил, находящихся в северном полушарии неба, и отрицательным для светил в его южном полушарии. Легко сообразить, что все точки небесного экватора имеют склонение, равное нулю, а полюсы мира $+90°$ (северный полюс) и $-90°$ (южный полюс).

Одно склонение еще не может полностью характеризовать положение светила на небесной сфере. Необходима вторая координата, которая вместе со склонением однозначно характеризовала бы положение светила на небесной сфере.

Эта вторая координата названа астрономами *прямым восхождением* $\alpha$. Поясним, как она определяется.

На небесном экваторе есть точка, в которой Солнце ежегодно бывает в день весеннего равноденствия, 20, 21 или 22 марта. Поэтому данная точка, принимаемая за начало отсчета в экваториальной системе координат, называется *точкой весеннего равноденствия*. Ее обозначают особым условным значком ♈ (который не следует путать с греческой буквой $\gamma$ *)).

Проведем через полюсы мира и данное светило круг склонения. Как видно из рис. 24, прямое восхождение светила, обозначаемое греческой буквой $\alpha$, равно углу между направлением из центра небесной сферы на точку весеннего равноденствия и плоскостью круга склонения данного светила.

Прямое восхождение светила отсчитывается в направлении против часовой стрелки, если смотреть со стороны северного полюса мира.

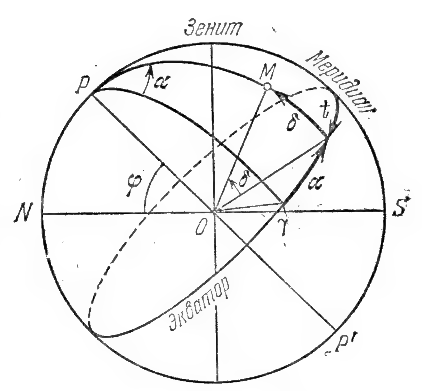


Рис. 24. Экваториальная система координат.

Хотя прямое восхождение, как и склонение светила, является некоторым углом, этот угол по ряду причин удобнее измерять не в градусах, минутах и секундах дуги, а в единицах времени.

Так как небесная сфера в своем кажущемся вращении вокруг наблюдателя завершает полный оборот за 24 часа, то отсюда следует, что в часовой мере угол в 360 градусов равен 24 часам. Следовательно, каждый час, как мера угла, соответствует 15 градусам, а каждый градус — 4 минутам времени.

Вот таблица, характеризующая соотношение часовых и градусных единиц:

| | | |
|---|---|---|
| 360° | соответствует | 24 часам, |
| 15° | » | 1 часу, |
| 1° | » | 4 минутам, |
| 15′ | » | 1 минуте, |
| 1′ | » | 4 секундам. |

В сокращенной записи прямого восхождения часы, минуты и секунды обозначаются русскими буквами «ч», «м», «с» или латинскими «h», «m», «s» (например, $5^{ч}12^{м}6^{с}$ или $5^{h}12^{m}6^{s}$).

Прямое восхождение и склонение светила называются его небесными *экваториальными координатами*.

Небесные экваториальные координаты весьма похожи на географические координаты, причем прямое восхождение подобно

*) Греческий алфавит см. в Приложении IV в конце книги.

долготе, а склонение — широте. Географические координаты, в сущности, также могут быть названы экваториальными, так как они определяются по отношению к земному экватору.

Как при вращении Земли широта и долгота городов остаются неизменными, так и при суточном вращении небесной сферы не меняются склонение и прямое восхождение всех звезд. В звездных каталогах, содержащих справочные сведения о различных звездах, указываются их экваториальные координаты. Что же касается «странствующих» небесных светил, перемещающихся на фоне звездного неба (Солнца, Луны, планет и др.), то их прямые восхождения и склонения, естественно, все время изменяются, как меняются и географические координаты земных путешественников.

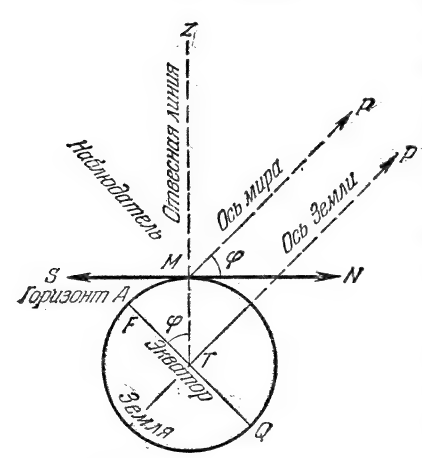



Рис. 25. Теорема о высоте полюса мира.

Географические карты испещрены координатной сеткой — меридианами и параллелями. Подобный вид имеют и карты звездного неба.

При путешествии вдоль какого-нибудь географического меридиана легко заметить, что угловая высота Полярной звезды над горизонтом не остается постоянной. По мере продвижения на юг она уменьшается и Полярная звезда постепенно приближается к горизонту. Наоборот, при путешествии на север Полярная звезда приближается к зениту.

Подобным образом изменяется и высота над горизонтом северного полюса мира, рядом с которым находится Полярная звезда. Легко доказать, что высота северного полюса мира над горизонтом всегда равна географической широте места.

Рассмотрим рис. 25, на котором изображен земной шар. В любой точке Земли ось мира параллельна земной оси и поэтому высота полюса мира и географическая широта данного пункта являются углами с взаимно перпендикулярными сторонами (ось мира всегда перпендикулярна к плоскости земного экватора, а радиус Земли, проведенный в пункт наблюдения, перпендикулярен к касательной горизонтальной плоскости).

Следовательно, эти углы равны, то есть высота северного полюса мира равна географической широте места. Этот вывод иногда называют теоремой о высоте полюса мира.

Отсюда, как неизбежное следствие, вытекает, что вид звездного неба и видимые движения небесных светил на различных широтах существенно различны.

Мы уже познакомились с видом звездного неба и движением небесных светил в умеренных широтах (например, в Москве). Посмотрим, как изменится наблюдаемая картина при нашем воображаемом перемещении на северный полюс и на земной экватор.

По мере нашего продвижения к северу высота полюса мира и Полярной звезды будет непрерывно увеличиваться. Когда мы окажемся на северном полюсе Земли, то северный полюс мира совпадет с зенитом, а небесный экватор — с горизонтом. При этом высота полюса мира будет равна 90°, то есть географической широте северного полюса Земли.

Так как при своем кажущемся суточном движении все звезды перемещаются параллельно небесному экватору, то на северном полюсе Земли они будут двигаться параллельно горизонту. Здесь нет восходящих и заходящих звезд. На северном полюсе все звезды северного полушария неба являются незаходящими, а южного полушария неба — невосходящими.

На северном полюсе Земли теряет смысл понятие сторон горизонта. Здесь всюду юг, так как, тронувшись с северного полюса Земли в любом направлении, мы непременно пойдем вдоль какого-нибудь меридиана, то есть на юг. На северном полюсе Земли бессмысленно говорить о кульминациях звезд,— ведь их высоты в течение суток не изменяются.

На южном полюсе Земли, в центре Антарктического материка, можно наблюдать подобную же картину. Над головой будут видны только звезды южного полушария неба, а южный полюс мира будет совпадать с зенитом. Однако здесь, как и на северном полюсе, все звезды в течение суток описывают на небесной сфере пути, параллельные горизонту.

Иная картина будет наблюдаться на земном экваторе. Географическая широта всех его точек равна нулю. Следовательно, нулю должна быть равна для наблюдателя и высота северного полюса мира. Таким образом, на земном экваторе полюсы мира совпадают с точками севера и юга, а ось мира лежит в горизонтальной плоскости, совпадая с полуденной линией. Небесный экватор здесь проходит через зенит, и его плоскость перпендикулярна к плоскости горизонта. Отсюда следует, что и все звезды для наблюдателя на земном экваторе будут двигаться в течение суток по окружностям, плоскости которых перпендикулярны к горизонтальной плоскости. На земном экваторе нет невосходящих звезд. Здесь все звезды в течение суток дважды пересекают линию горизонта, а если бы не мешало Солнце, за сутки можно было бы увидеть все звездное небо.

Земля обращается вокруг Солнца и потому в разные моменты года Солнце при наблюдениях с Земли проектируется на различные участки звездного неба. Так возникает еще одна иллюзия, вызванная обращением Земли вокруг Солнца,— кажущееся годовое движение Солнца на фоне звезд.

Путь, по которому Солнце перемещается на фоне созвездий, называется *эклиптикой* (рис. 26).

Эклиптика представляет собой окружность, пересекающуюся с небесным экватором под углом в $23^1/_2$ градуса. Точки пересечения небесного экватора и эклиптики называются точками весеннего равноденствия (обозначается символом ♈) и осеннего равноденствия (обозначается символом ♎). Точки солнцестояний (летнего и зимнего) отстоят по эклиптике от точек равноденствия в обе стороны на 90°.

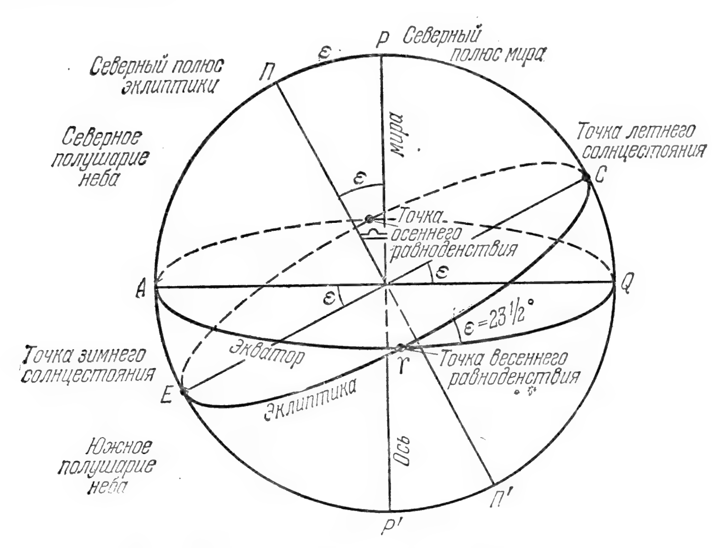



Рис. 26. Небесный экватор и эклиптика.

Взаимное расположение эклиптики и небесного экватора изменяется так медленно, что в большинстве случаев их можно считать относительно друг друга неподвижными. Неподвижна (в первом приближении) и точка весеннего равноденствия относительно звезд. Иначе говоря, эта воображаемая и ничем не отмеченная на небе точка ведет себя как звезда: восходит, заходит и кульминирует.

На звездном небе эклиптика проходит по 12 созвездиям, называемым *зодиакальными*, или просто *зодиаком*. Вот их названия: Рыбы, Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей*). Большинство из этих созвездий имеют названия животных. Поэтому в древности их и назвали «зодиаком», что в переводе означает «пояс животных».

Благодаря годовому движению Солнца по созвездиям вид звездного неба в течение года непрерывно изменяется. Созвездие, в ко-

*) Есть на небе и тринадцатое — не зодиакальное — созвездие, через которое проходит небольшой участок эклиптики,— созвездие Змееносца.

тором в данный момент находится Солнце (точнее, на которое оно проектируется с Земли), наблюдению недоступно, так как восходит и заходит вместе с Солнцем, кульминируя в полдень. Наоборот, созвездие, противоположное Солнцу (например, в декабре созвездие Близнецов), отлично видимо всю ночь и кульминирует в полночь. Через месяц кульминирует область неба, имеющая прямое восхождение, большее на 2 часа (созвездия Рака, Льва; см. карты Приложения VI) и т. д.

Так как Солнце непрерывно движется по эклиптике, то в полночь в разные месяцы года будут кульминировать разные созвездия. Поэтому, например, летом по вечерам видны одни созвездия (кроме незаходящих), зимой — другие. Странствуя на фоне звездного неба, Солнце своим присутствием как бы «гасит» одно созвездие за другим. Через некоторое время Солнце возвращается к исходной точке эклиптики, и снова начинается прежний цикл уже знакомых изменений. Одновременно с этим и Земля полностью завершает свой очередной оборот вокруг Солнца.

Познакомимся теперь с основными принципами измерения времени. Оказывается, ответ на вопрос «когда?» далеко не так прост, как может показаться с первого взгляда.

Период полного оборота Земли вокруг Солнца, называемый годом, служит единицей для измерения крупных отрезков времени. Меньшие промежутки времени измеряют сутками и их долями — часами, минутами и секундами. Основой для таких измерений служит осевое вращение Земли, которое происходит почти идеально равномерно. Именно поэтому астрономы рассматривают земной шар как естественные часы, «ход» которых более равномерен, чем ход любого хронометра.

Вращение Земли, как уже говорилось, порождает видимые суточные движения небесных светил. Их расположение на небе по отношению к небесному меридиану можно охарактеризовать так называемым *часовым углом* $t$ (см. рис. 24).

Часовой угол — это угол между плоскостью круга склонения, проходящего через данное светило и плоскостью небесного меридиана. Часовые углы светил, как и их прямые восхождения, отсчитываются в единицах времени в направлении от южной части небесного меридиана к западу, то есть в сторону суточного движения светил.

Например, когда точка весеннего равноденствия заходит (в точке запада), ее часовой угол равен 6 часам, а когда она восходит (в точке востока)— 18 часам.

Часовые углы небесных светил непрерывно изменяются пропорционально времени и поэтому их используют при измерении времени.

Практическая жизнь человека связана с Солнцем, с его видимым движением по небосводу. Основной единицей при измерении времени по Солнцу служат так называемые истинные солнечные сутки.

*Истинными солнечными сутками* называется промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями центра видимого диска Солнца. Так как момент верхней кульминации Солнца называется истинным полднем, то можно сказать, что истинные солнечные сутки равны промежутку времени между двумя смежными истинными полуднями.

За начало истинных солнечных суток принимается момент верхней кульминации центра Солнца, то есть истинный полдень. Измерив часовой угол Солнца, можно узнать, чему равно истинное солнечное время в данный момент.

Величина истинных солнечных суток не остается постоянной, и слегка колеблется в течение года довольно сложным образом. Объясняется это тем, что измерение времени по Солнцу связано с движением вокруг него нашей Земли, которое (по второму закону Кеплера) неравномерно. Следовательно, и движение Солнца по эклиптике неравномерно, и из-за этого, а также из-за наклона эклиптики к небесному экватору, в разные периоды года истинные солнечные сутки имеют разную продолжительность. Измерять отрезки времени переменной единицей масштаба, конечно, неудобно. В практической деятельности человека пользуются поэтому в качестве единицы времени не истинными, а так называемыми средними солнечными сутками.

*Средними солнечными сутками* называется средняя величина за год истинных солнечных суток. Эта величина всегда остается постоянной, как и ее доли (часы, минуты и секунды). Время, измеряемое средними солнечными сутками, называется *средним солнечным временем.* Это и есть то время, которое показывают наши часы. Оно достаточно хорошо связано и с наблюдаемым движением Солнца по небосводу, так как истинное солнечное время расходится со средним в разные дни года по-разному, но не более чем на четверть часа.

Точное время можно измерить не только по Солнцу, но и по звездам, наблюдая их кажущееся суточное движение. Основной единицей при этом считаются *звездные сутки*, равные промежутку времени между двумя последовательными верхними (или нижними) кульминациями одной и той же звезды. Время, измеряемое звездными сутками и их долями (звездными часами, минутами и секундами), называется звездным временем. Нетрудно сообразить (рис. 27), что между звездным временем $S$ в данный момент, часовым углом $t$ некоторой звезды и ее прямым восхождением $\alpha$ существует простая зависимость

$$t = S - \alpha.$$

Следовательно, в момент верхней кульминации звезды это уравнение приобретает вид $S = \alpha$, то есть звездное время равно прямому восхождению кульминирующих звезд.

Если бы Солнце не перемещалось на фоне неба по эклиптике с запада на восток, солнечные сутки были бы равны звездным. На

самом деле первые из них длиннее вторых и легко сообразить, по какой причине: если, скажем, сегодня Солнце кульминирует одновременно с какой-нибудь звездой, то завтра этого уже не будет — Солнце слегка сместится к востоку, отстанет от звезды и солнечные сутки окажутся почти на четыре минуты длиннее звездных. На следующий день разница возрастет до 8 минут и т. д.

Зная положение Солнца на звездном небе, можно несложными вычислениями перейти от звездного времени к солнечному и обратно *).

Проблема измерения времени осложняется еще и тем, что в один и тот же момент времени на разных географических меридианах кульминируют разные светила.

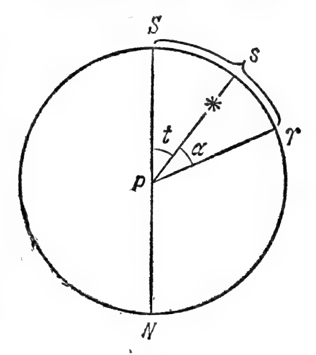


Рис. 27. Связь звездного времени и часового угла.

Допустим, что в некотором пункте (рис. 28) земного шара Солнце в данный момент находится в верхней кульминации, в плоскости небесного меридиана, которая совпадает с плоскостью географического меридиана данного пункта. Иначе говоря, в этом пункте — истинный полдень. Тогда очевидно, что на противоположном меридиане будет истинная полночь, а в пунктах, отстоящих от пунктов $A$ и $B$ по долготе на 90°, соответственно 6 ч утра и 6 ч вечера.

Следовательно, на каждом земном меридиане есть свое местное время. Возникли бы, очевидно, большие неудобства и недоразумения, если бы каждый пункт земного шара жил по местному времени. Поэтому давно уже введено так называемое поясное время.

Астрономы условно разделили поверхность земного шара на 24 части, которые получили наименование *часовых поясов*. Нулевой часовой пояс выбрали так, чтобы его средний, центральный меридиан проходил через Гринвичскую обсерваторию (вблизи Лондона). Нумерация поясов возрастает от запада к востоку, таким образом, например, Москва оказалась во втором часовом поясе. Время, отсчитываемое на нулевом гринвичском меридиане, называется *мировым временем*.

Договорились в пределах одного и того же пояса жить по единому времени, а именно по местному времени центрального меридиана данного пояса. Вот это время и называется *поясным временем*.

Так как ширина каждого часового пояса по долготе составляет 1 ч (или 15°), то местное время какого-нибудь пункта внутри данного часового пояса отличается от поясного не более чем на

---

*) См. в кн.: Астрономический Календарь: Постоянная часть.— М.: Наука, 1973.

полчаса в ту или иную сторону *). За полчаса смещение Солнца на небосводе весьма невелико и потому поясное время, достаточно хорошо отражая движение Солнца по небосводу, вместе с тем практически весьма удобно. Благодаря поясному времени путешественник должен переставлять свои часы не непрерывно, а только при переезде в другой часовой пояс.

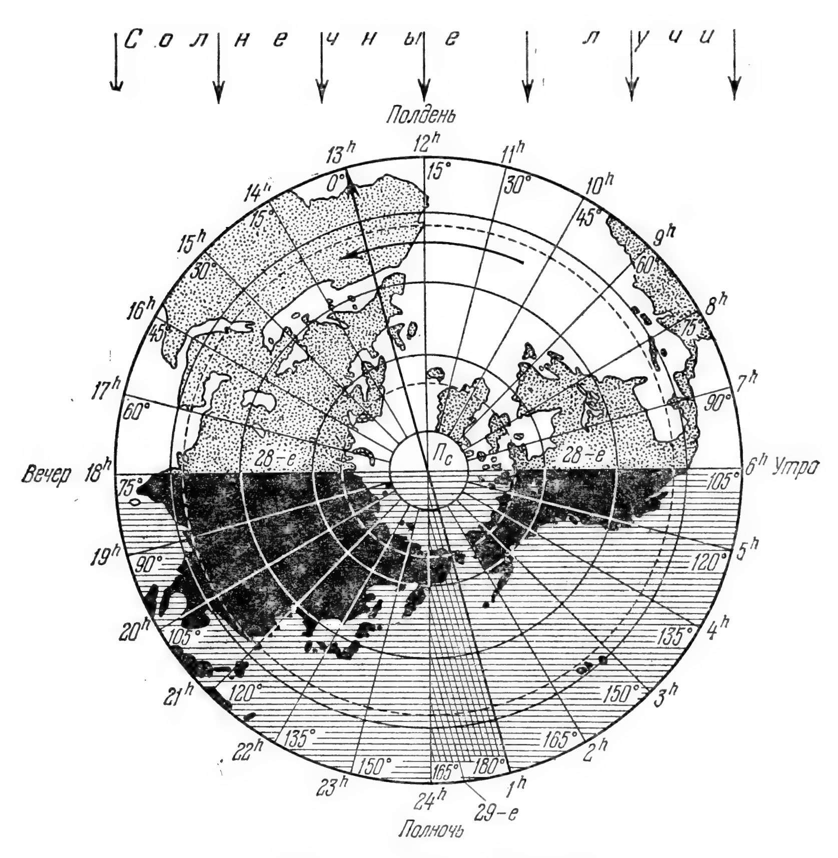



Рис. 28. Местное время и долгота.

В 1930 г. декретом Совнаркома СССР все часы в Советском Союзе были переведены на 1 ч вперед по отношению к поясному времени. Это *декретное время* сохранилось и поныне. Благодаря декретному времени предприятия раньше кончают работать, а население раньше ложится спать. Во все месяцы года, кроме зимы,

*) По политическим и географическим причинам границы часовых поясов не всегда совпадают с меридианами и потому указанная разница может иметь и несколько бо́льшую величину.

этим достигается значительная экономия электроэнергии, а практически декретное время почти так же удобно, как и поясное.

Таким образом, например, часы любого москвича показывают поясное время третьего часового пояса.

Для упорядочения отсчета суток договорились, что каждые новые сутки начинаются на линии, частично совпадающей со 180-м меридианом. Эта линия, проходящая через Берингов пролив по пустынным областям Тихого Океана, называется *линией изменения даты*. Следовательно, раньше всех новый год и новый день встречают жители Советской Чукотки, а позже других — жители Аляски.

С помощью специальных (так называемых пассажных) инструментов астрономы с максимально возможной точностью фиксируют момент верхней кульминации звезд с известным прямым восхождением. Тем самым становится известным звездное время в данный момент и в данном месте, а отсюда путем вычислений можно получить соответствующие моменты любого другого времени — истинного солнечного, среднего солнечного и т. п. Полученное из наблюдений точное время хранится затем с помощью высокоточных часов (механических, кварцевых, атомных).

Вот теперь, после краткого экскурса в область сферической астрономии, легко понять и устройство звездных карт и задачи звездных каталогов.

Для первоначального общего знакомства с созвездиями наиболее удобна подвижная звездная карта, выпускаемая, например, некоторыми планетариями.

С помощью такой подвижной звездной карты можно определить вид звездного неба для любого момента времени. Надо помнить, что фигуры созвездий на карте несколько искажены (вследствие проекции сферы на плоскость).

Для более подробного знакомства с главными достопримечательностями в конце книги (см. Приложение VI) читатель найдет пять звездных карт. На картах показаны звезды до 5-й зв. величины и все главные достопримечательности, о которых рассказано в книге.

Углубленному изучению созвездий помогут гораздо более подробные звездные атласы, имеющиеся в продаже. Их можно найти и во многих библиотеках.

1. Михайлов А. А., Звездный атлас, четыре карты звездного неба по 50° южного склонения, содержащие все звезды до $5^1/_2$ зв. вел., изд. 4-е, «Наука», 1965.

2. Михайлов А. А., Атлас звездного неба, содержащий 20 карт со звездами 6,5 зв. вел., «Наука», 1974.

3. Марленский А. Д., Учебный звездный атлас (даны звезды до 6-й зв. вел.), «Просвещение», 1970.

До сих пор мы подчеркивали, что экваториальные координаты звезд — их прямое восхождение и склонение — неизменны. На самом деле это не совсем так: эти координаты звезд хотя и медлен-

но, но непрерывно меняются. Вызвано это особым движением земной оси, открытым уже давно и называемым *прецессией.*

Хорошо известно, что нашу планету можно называть шаром только в самом грубом приближении. На самом деле Земля слегка сплюснута у полюсов и вытянута в экваториальной зоне. Говоря более строго, во втором приближении, Землю надо считать *сфероидом*, то есть телом, получающимся при вращении эллипса вокруг его малой оси.

Земная ось наклонена к плоскости орбиты под углом $66^1/_2$ градусов, а Солнце, притягивая экваториальную «выпуклость» Земли, стремится как бы повернуть Землю — сделать так, чтобы земная ось стала перпендикулярной к плоскости орбиты. Но Солнцу это не удается. Не удается потому, что Земля вращается вокруг оси. В результате «поворачивающего» влияния Солнца и осевого вращения Земли и возникает прецессия — медленное конусообразное движение земной оси.

Прецессия — явление очень сложное, и объяснение, которое мы ему дали, лишь поясняет суть дела, оставляя в стороне многие важные подробности. Но для нас сейчас важно одно — благодаря прецессии изменяется положение точки весеннего равноденствия, а значит, непрерывно меняются и экваториальные координаты всех звезд.

Поворачивается земная ось очень медленно: к первоначальному положению она возвращается почти через 26 000 лет (рис. 29). Однако положение звезд на небе астрономы должны знать с большой степенью точности и не учитывать прецессию они не могут.

Звездные карты и атласы имеют сетку экваториальных координат, отнесенную к какому-нибудь определенному моменту времени. Например, Малый атлас А. А. Михайлова (издания 1958 г.) составлен из карт «эпохи равноденствия 1950 года». Это выражение означает, что экваториальные координаты звезд на картах атласа относятся к дню равноденствия 1950 г. Чтобы рассчитать координаты звезд для другого момента времени, в звездных атласах даются специальные «таблицы прецессии». Зная положение звезды на небе для эпохи атласа, можно с помощью «таблиц прецессии» легко рассчитать поправки в координатах (по $\alpha$ и по $\delta$) для любого промежутка времени.

При общем знакомстве со звездным небом и главным образом в процессе решения некоторых простейших задач сферической астрономии иногда используют звездный глобус. Однако даже самые совершенные из звездных глобусов никогда не заменят звездной карты, в частности, и потому, что на глобусе все созвездия изображены, так сказать, «вывернутыми наизнанку» — наблюдатель предполагается помещенным в центр глобуса.

Несколько слов об обозначениях объектов звездной карты. Сложились они постепенно, при разных обстоятельствах, и потому даже на самой современной звездной карте можно столкнуться с наслоениями различных эпох.

Наиболее яркие звезды в созвездиях обозначаются буквами греческого алфавита, причем последовательность букв алфавита соответствует последовательности звезд с постепенно убывающим блеском. Правда, это правило имеет нередкие исключения. Например, в созвездии Близнецов самая яркая звезда — Поллукс —

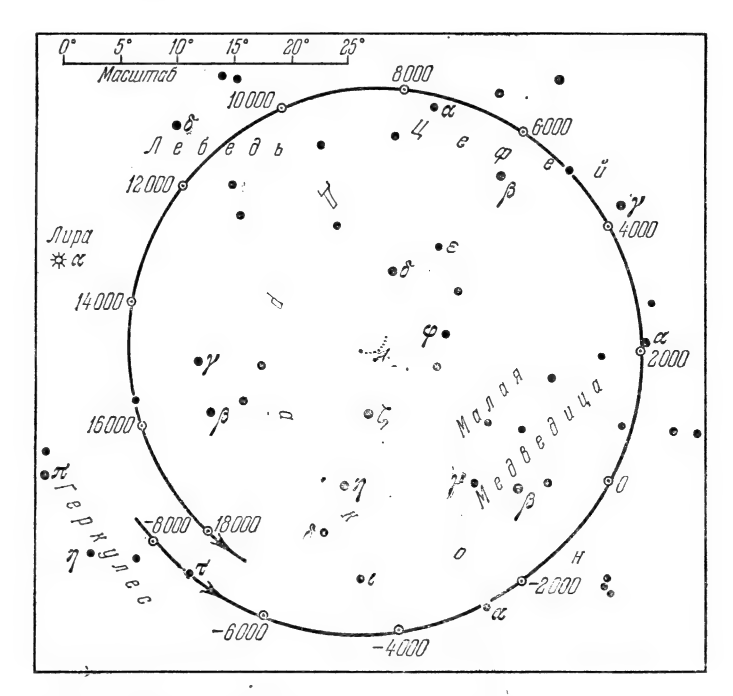



Рис. 29. Прецессионное перемещение полюса мира по созвездиям.

обозначается буквой β, а вторая по блеску звезда — Кастор — буквой α.

Небольшое число звезд, как правило, самых ярких, кроме буквенного обозначения имеют и собственное имя. Так, например, звезда α из созвездия Большого Пса именуется Сириусом, звезда β из созвездия Близнецов — Поллуксом. Иногда даже у слабых звезд сохранены их древние имена. Такова Альциона — главная звезда в Плеядах. Иначе она известна как звезда η из созвездия Тельца.

Для ряда звезд, главным образом переменных, введены обозначения буквами латинского алфавита: R, N, S, . . ., а также двойные — RR, AE, TT и т. п.

Вообще многообразие обозначений звезд очень велико. Так, например, в дальнейшем мы расскажем о звездах Вольф 359, Лаланд 21185 и т. п. На языке астрономов эти названия обозначают

звезды, записанные в каталог астронома Вольфа под номером 359 или в каталог астронома Лаланда под номером 21185. А иногда какие-нибудь уникальные объекты фигурируют в официальных справочниках как «звезда Каптейна» или «летящая звезда Барнарда».

Формы учета «небесного хозяйства» далеки от совершенства, и ситуация покажется еще более запутанной, если упомянуть, что одна и та же звезда иногда имеет одновременно несколько разных обозначений. Несколько проще принципы обозначения звездных скоплений и туманностей, о чем мы уже говорили.

Когда объект выбран на звездной карте и выяснено, где он должен в данный момент времени быть виден на небе, далеко не всегда удается сразу же отыскать его. Новичка здесь сбивает и разница в масштабах реального и изображаемого и черный фон неба, так непохожий на белый фон карты, и многое другое. Тут, как, впрочем, и во всем, нужен навык, приобретаемый только продолжительной практикой.

Общий же совет начинающему — надо всегда от известных звезд и созвездий переходить постепенно к новым, неизвестным объектам.

Для того чтобы полнее представлять картину звездного неба и лучше ориентироваться в расположении созвездий, рекомендуем читателю иметь перед собой карты звездного неба Приложения VI. На этих картах перечеркнутыми кружками обозначены физические двойные и кратные звезды, кружками с ободком — физические переменные.

# ОКОЛОПОЛЯРНЫЕ СОЗВЕЗДИЯ

Полярная звезда, «возглавляющая» созвездие Малой Медведицы, и ближайшие к ней созвездия занимают область звездного неба, называемую околополярной областью (см. Приложение VI). В средней полосе нашей страны эта область неба всегда доступна наблюдению и потому вполне естественно, что наша экскурсия по звездному небу начнется именно с нее. С другой стороны, в число околополярных созвездий входит Большая Медведица, семизвездный ковш которой хорошо известен каждому еще с детских лет.

Кроме Большой и Малой Медведиц, к околополярным созвездиям относятся созвездия Кассиопеи, Цефея, Дракона, Жирафа и Рыси. Как отыскать их на звездном небе?

Начать следует с Большой Медведицы. Осенними и зимними вечерами ее ковш из семи звезд четко виден в северной стороне неба. Весной и летом по вечерам этот ковш расположен гораздо выше, и тогда его приходится отыскивать в окрестностях зенита.

В каждом созвездии важно отыскать сначала самую главную, характерную его часть, а уже потом, при более детальном знакомстве, все остальное. В Большой Медведице таким «костяком» созвездия служит всем известный ковш.

Известен способ, позволяющий по ковшу Большой Медведицы отыскать Полярную звезду. Для этого через две крайние звезды в ковше мысленно проводим (в сторону выпуклости ручки ковша) слегка изогнутую кривую.

На расстоянии, почти впятеро большем расстояния между звездами $\alpha$ и $\beta$ Большой Медведицы, она пройдет через звезду второй величины ($2^m$), которая и есть знаменитая Полярная звезда. От нее в сторону Большой Медведицы тянется меньший ковш с сильно изогнутой ручкой — главная часть созвездия Малой Медведицы.

Теперь уже нетрудно разыскать и созвездие Кассиопеи, расположенное на небе по отношению к Полярной звезде в стороне, противоположной Большой Медведице. Главная его часть образует фигуру, напоминающую растянутую за ножки букву «М». Заметим, что при некоторых положениях эта небесная буква выглядит опрокинутой, и тогда она напоминает букву латинского алфавита W.

Между Кассиопеей и Малой Медведицей находится созвездие Цефея. Оно менее заметно, чем перечисленные созвездия, и его главные звезды не образуют какой-нибудь характерной, бросающейся в глаза фигуры. Поэтому при поисках этого созвездия (как, впрочем, и подобных ему) надо отыскивать последовательно одну за другой интересующие вас звезды, «отталкиваясь» от уже известных звезд других созвездий. При этом, конечно, следует в процессе поисков постоянно сравнивать небо со звездной картой. Так, например, чтобы отыскать $\alpha$ Цефея, надо учесть, что она нахо-

дится на продолжении прямой, соединяющей $\alpha$ и $\beta$ Кассиопеи, на расстоянии, вчетверо большем расстояния между этими звездами. Найдя $\alpha$ Цефея, легко отыскиваем сначала ближайшие, а потом и более дальние звезды того же созвездия.

Между Большой и Малой Медведицами извивается созвездие Дракона. Характерная для него цепочка звезд соединена на карте ломаной линией. Завершающий эту ломаную неправильный четырехугольник из звезд образует голову фантастического чудовища.

Созвездия Жирафа и Рыси — одни из самых непримечательных на звездном небе. В них входят только слабые звезды, отыскивать которые в отдельности следует между созвездиями Большой Медведицы и Кассиопеи. Никаких характерных фигур здесь нет и в помине. На всем небе — это самая «темная», самая бедная яркими звездами область.

Древние греки рассказывали о Большой и Малой Медведицах забавные легенды. Вот одна из них. Когда-то, в незапамятные времена, у царя Ликаона, правившего страной Аркадией, была дочь по имени Каллисто. Красота ее была столь необыкновенной, что Каллисто рискнула соперничать с Герой — богиней и супругой всемогущего верховного бога Зевса. Ревнивая Гера в конце концов отомстила Каллисто: пользуясь своим сверхъестественным могуществом, она превратила ее в безобразную Медведицу. Когда сын Каллисто, юный Аркас, однажды возвратившись с охоты, увидел у дверей своего дома дикого зверя, он, ничего не подозревая, хотел убить свою мать — Медведицу. Но Зевс, давно уже неравнодушный к Каллисто, помешал преступлению. В самый критический момент он удержал руку Аркаса, а Каллисто навсегда взял к себе на небо, превратив в красивое созвездие. Заодно была превращена в Малую Медведицу и любимая собака Каллисто. Не остался на Земле и Аркас: увлеченный «созвездиетворчеством», Зевс и его превратил в созвездие Волопаса, обреченного навеки сторожить в небесах свою мать. Именно поэтому главная звезда в созвездии Волопаса называется Арктуром (это название, по-видимому, произошло от слова «арктофилакс», что по-гречески означает «страж медведицы»).

Еще более романтична история созвездий Цефея и Кассиопеи *). Если верить рассказам древних греков, Эфиопией когда-то управлял легендарный царь Цефей. Однажды его супруга, царица Кассиопея, имела неосторожность похвастать своей красотой перед мифическими обитательницами моря — нереидами. Движимые вполне понятной женской ревностью, они пожаловались богу моря Посейдону, который напустил на берега Эфиопии страшное морское чудовище. Неисчислимые бедствия обрушились на Эфиопию — чудовище опустошало цветущую страну. Тогда Цефей прибегнул к крайней мере: чтобы умилостивить Посейдона, он отдал

*) Приводим один из вариантов легенды.

на съедение чудовищу свою единственную любимую дочь Андромеду.

Красавица Андромеда была прикована к прибрежной скале и, обливаясь слезами, покорно ждала трагической развязки. А в это время на другом краю света один из самых популярных легендарных героев Персей совершил необыкновенный подвиг. Он проник на уединенный остров, где жили горгоны — чудовища в образе женщин, у которых на голове вместо волос кишели змеи. Взгляд горгон был так ужасен, что всякий, рискнувший посмотреть им в глаза, мгновенно окаменевал.

Но ничто не могло остановить бесстрашного Персея. Улучив момент, когда горгоны заснули, Персей отрубил голову одной из них — горгоне Медузе. В тот же миг из отрубленного туловища Медузы выпорхнул крылатый конь Пегас. Персей тотчас вскочил на Пегаса и помчался на родину.

Пролетая над Эфиопией, он заметил прикованную к скале Андромеду. Как раз в этот момент из морских пучин вынырнуло чудовище и ринулось к Андромеде. Но тут отважный Персей вступил в отчаянную схватку с чудовищем. Долго продолжалась эта борьба. В конце концов Персей одержал победу лишь потому, что направил на чудовище мертвящий взгляд отрубленной головы Медузы. Чудовище окаменело, превратившись в остров, а Персей, расковав Андромеду, вернул ее отцу. Эта длинная история закончилась веселой свадьбой Персея и Андромеды, а фантазия древних греков увековечила всех ее персонажей в причудливых фигурах созвездий.

С древними мифами связано и созвездие Дракона. По рассказам древних греков, оно изображает того мифического дракона, который охранял необыкновенный сад с золотыми яблоками. По другому варианту небесный Дракон изображает чудовище, чуть не проглотившее Андромеду.

Всем этим древним мифам трудно отказать и в наивности, и в своеобразной прелести. В скольких великолепных произведениях искусства нашли они себе воплощение! Но наиболее прочными памятниками поэтического мифотворчества древности, бесспорно, остаются созвездия.

Совершенно иное происхождение имеют созвездия Жирафа и Рыси. Впервые созвездие Жирафа изображено на звездной карте Барчиуса — зятя великого Кеплера. Карта издана в 1624 г., и хотя Барчиус не сообщает, как возникло созвездие Жирафа, можно думать, что оно появилось в эпоху великих географических открытий как своеобразный памятник путешественникам в экзотические африканские страны.

Происхождение созвездия Рыси вовсе курьезно. Его ввел в 1660 г. знаменитый польский астроном Гевелий. Мотив был прост: по словам Гевелия, «в этой части неба встречаются только мелкие звезды, и нужно иметь рысьи глаза, чтобы их различить и распознать». Впрочем, Гевелий не переоценивал своей изобретатель-

ности и писал, что «кто не доволен моим выбором, тот может рисовать здесь что-нибудь другое, более ему нравящееся, но во всяком случае тут на небе оказывается слишком большая пустота, чтобы оставлять ее ничем не заполненной».

После этого общего обзора околополярных созвездий познакомимся подробнее с каждым из них в отдельности.

## Большая Медведица

На современных звездных картах созвездие Большой Медведицы занимает гораздо большее место, чем то семизвездие в форме ковша, с которым обычно связывается это название.

Невооруженный глаз различает в Большой Медведице 125 звезд, то есть свыше ста солнц, среди которых наше Солнце выглядело бы самой заурядной звездочкой.

Чтобы увидеть в этой россыпи звезд фигуру Медведицы с длинным изогнутым хвостом (кстати сказать, не встречающимся у земных медведей), надо обладать богатым воображением. Зато семь главных, самых ярких звезд созвездия образуют ковш, настолько отчетливо выделяющийся на черном фоне ночного неба, что с этого небесного ковша обычно и начинают изучение созвездий.

Мы уже отмечали, что последовательность букв греческого алфавита не во всех созвездиях соответствует последовательности убывающих по блеску звезд.

Пример — ковш Большой Медведицы. Сразу бросается в глаза, что звезда $\delta$ — та, от которой отходит рукоятка ковша,— самая слабая в семизвездии. Да и самая яркая звезда в ковше, по современным точным измерениям, не $\alpha$, а $\varepsilon$.

По своему видимому блеску звезды ковша близки к звездам второй величины, кроме звезды $\delta$, блеск которой равен $3^m,3$.

В созвездии Большой Медведицы (рис. 30) звезды ковша самые яркие, но не самые к нам близкие. Ближайшим из солнц Большой Медведицы оказывается скромная звездочка $7^m,5$, недоступная невооруженному глазу. В призменный бинокль ее можно отыскать на окраине созвездия вблизи яркой звезды $\theta$. Восемь с четвертью лет должен путешествовать в пространстве луч света, посланный с этой звезды на Землю. Напомним, что для Альфы Центавра — ближайшей из звезд — этот срок почти вдвое короче. Нашу скромную соседку из созвездия Большой Медведицы астрономы не удостоили ни собственным именем, ни даже обозначением какой-нибудь греческой буквой. В звездном каталоге известного астронома позапрошлого века Лаланда она числится под номером 21185.

«Лаланд 21185» — так на языке астрономов именуется это карликовое солнце, излучающее света в 200 раз меньше, чем наше дневное светило.

Звезды ковша, кроме буквенных обозначений, имеют и собственные имена, данные им средневековыми арабскими астрономами. Дубге (α), Мерак (β), Фегда (γ), Мегрец (δ), Алиот (ε), Мицар (ζ), Бенетнаш (η) — как странно звучат для нашего уха эти древние звездные имена!

Звезды ковша земному наблюдателю кажутся одинаково удаленными от Земли (впрочем, как и все другие звезды небосвода).

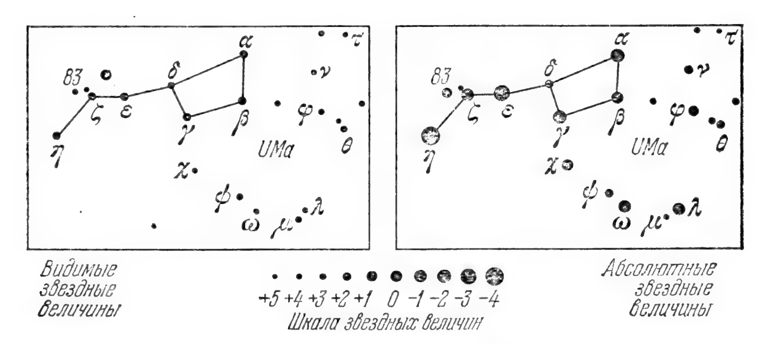



Рис. 30. Видимые и абсолютные звездные величины звезд Большой Медведицы.

В действительности самая близкая из них, Бенетнаш, почти вчетверо ближе самой далекой — Алиота, расстояние до которого равно 60 световым годам.

Если при всей своей удаленности Алиот выглядит с Земли наиболее яркой звездой ковша, то, значит, и на самом деле (то есть при сравнении с одинаковых расстояний) первенство останется за этой звездой. Сказанное, правда, относится только к семизвездию ковша, но не ко всему созвездию в целом.

Произведем мысленный эксперимент — поместим все звезды Большой Медведицы на одинаковое расстояние от Земли, сохранив при этом их взаимное расположение на небе. Вы думаете, созвездие останется прежним? Нет, оно преобразится неузнаваемо!

Еле заметная ныне желтая звездочка превратится в главную, ярчайшую звезду созвездия. Выпятится на передний план и ряд других, в действительности малозаметных звезд. В ковше будут выделяться лишь звезды его рукоятки Бенетнаш и Алиот, а остальные звезды затеряются на общем звездном фоне.

Ковш Большой Медведицы, да и вообще все характерные фигуры созвездий созданы игрой случая — случайным сочетанием расстояний и светимостей звезд.

Но вернемся к звездам ковша. Кроме Дубге, это — горячие белые звезды-гиганты с температурой поверхности около 10 000°, а у Бенетнаша — даже около 18 000°. Дубге — оранжевая гигантская звезда, несколько более холодная, чем наше Солнце, — температура ее поверхности близка к 5000°.

Звезды ковша, как и все остальные звезды, движутся в пространстве. Но и здесь мы не видим единства, о котором как будто говорит чисто внешняя схожесть звезд ковша. В проекции на воображаемый небосвод крайние звезды — Бенетнаш и Дубге — стремительно летят в одном направлении, а остальные звезды — в противоположном. Следствием этого факта является чрезвычайно медленное для земного наблюдателя, но непрерывное изменение формы ковша. Его видимую деформацию за сотни тысяч лет вы видите на рис. 31.

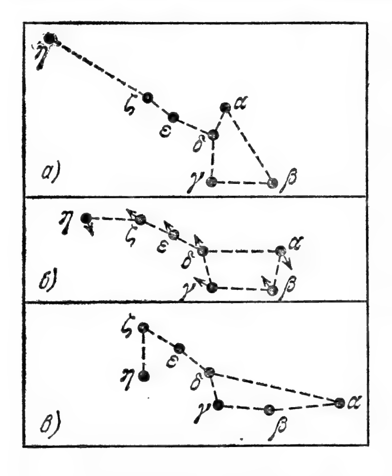



Рис. 31. Движения звезд Ковша Большой Медведицы: *а*) вид созвездия 100 000 лет назад, *б*) в настоящее время, *в*) через 100 000 лет.

Из семи звезд ковша пять сходны по физическим свойствам и летят в пространстве практически в одну сторону и почти с одной скоростью. Это дает право считать их не случайными попутчиками в пространстве, а *звездным потоком*, то есть образованием из звезд, имеющих, по-видимому, общее происхождение.

Почти посередине между передними и задними «лапами» Большой Медведицы находится маленькая звездочка $6^m,5$. Невооруженным глазом увидеть ее могут только исключительно зоркие люди, но в бинокль она видна отлично.

По имени астронома, обратившего внимание на удивительные особенности этой звезды, она получила наименование звезды Грумбриджа. В каталоге, составленном Грумбриджем в 1810 г., уникальная звездочка значится под номером 1830. Чем же все-таки она замечательна? Внешне — как будто ничем. Маленькая желтенькая звездочка, излучающая света почти в 7 раз меньше, чем Солнце. К ней еще больше, чем к нашему Солнцу, подходит наименование «желтый карлик». Необычное в этой рядовой звезде — ее стремительное движение в пространстве.

За сто лет на небосводе она смещается на угловое расстояние, слегка превышающее треть лунного диска. Если бы с такой скоростью разбегались звезды ковша Большой Медведицы, движения звезд были бы обнаружены много веков назад.

В спектре звезды Грумбриджа линии смещены к фиолетовому концу. Это значит, что она приближается к нам, судя по величине смещения, со скоростью 98 км/с. Полная же скорость звезды Грумбриджа в пространстве близка к 300 км/с.

При такой стремительности движения звезда Грумбриджа сравнительно скоро покинет созвездие Большой Медведицы и через 6000 лет окажется в созвездии Волос Вероники, а спустя 12 000 лет — в созвездии Льва.

Ошибочные представления древних о неизменности небес были порождены отчасти именно тем, что ни одна из ярких звезд, доступных невооруженному глазу, не обладает столь быстрым движением.

В темную звездную ночь посмотрите внимательно на Мицар — среднюю звезду в ручке ковша Большой Медведицы. Рядом с ней вы легко заметите крошечную слабо светящуюся звездочку $5^m$, которую средневековые астрономы назвали Алькором. В переводе с арабского на русский слова «Мицар» и «Алькор» означают «Конь» и «Всадник». Мицар и Алькор — самая известная и наиболее доступная для обозрения двойная звезда.

Угловое расстояние между Мицаром и Алькором близко к 12 минутам дуги, что немногим больше трети видимого лунного диска. Но кажущаяся близость этих двух звезд друг к другу вызвана лишь их невообразимой удаленностью от нашей Земли. В действительности же расстояние между Мицаром и Алькором по крайней мере в 17 000 раз больше расстояния от Земли до Солнца и близко к двум с половиной биллионам километров!

Вы, конечно, поражены этим чудовищным числом. Но, увы, в мире все относительно. В масштабе обычных межзвездных расстояний Алькор все-таки близок к Мицару — расстояние между ними в 16 раз меньше расстояния между Солнцем и Альфой Центавра. Поэтому не исключено,что Мицар и Алькор составляют физически взаимосвязанную систему двух звезд, обращающихся вокруг общего центра тяжести. Правда, этого движения никто еще не заметил. Впрочем, здесь трудно рассчитывать на быстрый успех, ведь период обращения Алькора вокруг Мицара должен составлять не менее двух миллионов лет. Что же удивительного в том, что за сотни лет непрерывных наблюдений астрономы пока не обнаружили заметного смещения Алькора по его орбите?

Уже в самый небольшой телескоп легко заметить, что Мицар состоит из двух звезд, сливающихся для невооруженного глаза в одну звезду. Открыл это впервые астроном Риччоли, современник Галилея. Обе звезды — Мицар А и Мицар В — белые горячие звезды-гиганты. Обе они обращаются вокруг общего центра масс с периодом порядка двадцати тысяч лет!

Но это не все. С помощью спектрального анализа удалось установить, что Мицар А в свою очередь состоит из двух почти соприкасающихся звезд, кружащихся в бешеном космическом вальсе,— как иначе охарактеризовать эту систему, в которой период обращения равен всего двадцати с половиной суткам!

Повторяю, заметить эту двойственность ни в один телескоп нельзя. Только тонкие спектральные эффекты убеждают нас в ее реальности.

Какая удивительная система из четырех солнц, водящих в пространстве замысловатый хоровод!

В созвездии Большой Медведицы немало двойных звезд. Но среди них особенно примечательна звезда, обозначаемая буквой $\xi$,

расстояние до которой равно 25 св. лет. Ее можно отыскать под задними «лапами» Большой Медведицы, близко к созвездию Малого Льва.

Две желтые, почти одинаковые звездочки, блеском $4^m,4$ и $4^m,9$, очень похожие на наше Солнце, обращаются вокруг общего центра масс с периодом 60 лет. «Кси» Большой Медведицы — первая двойная звезда, для которой в 1830 г. была вычислена орбита (одной звезды относительно другой) и надежно определен период обращения. Тем самым впервые было показано, что закон всемирного тяготения проявляет себя и в мире звезд. Много позже открыли (опять с помощью спектрального анализа), что звезды $\xi A$

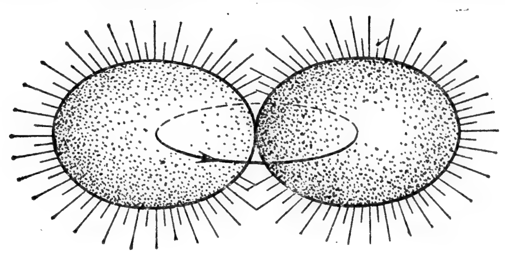





Рис. 32. Звезда типа W Большой Медведицы.

и $\xi B$ в свою очередь имеют звезд-спутников, для одного из которых период обращения равен 669, а для другого всего 4 суткам.

Снова система из четырех солнц, и на этот раз уже бесспорно физически связанных друг с другом!

Внимательные наблюдения показывают, что многие из звезд Большой Медведицы — главным образом те, которые доступны изучению лишь в телескоп,— меняют свой блеск.

Из всех переменных звезд Большой Медведицы обратим внимание лишь на одну, принадлежащую к типу так называемых затменно-переменных звезд. Звезда W Большой Медведицы, о которой идет речь, совсем не обычна. Более того, она уникальна, и не только в Большой Медведице, но и вообще на звездном небе.

Две звезды, составляющие эту систему, так близки друг к другу, что под действием взаимного тяготения они изменили обычную для звезд шарообразную форму и превратились в вытянутые дынеобразные эллипсоиды (рис. 32). Кружась вокруг общего центра масс, эти два дынеобразных светила постоянно направлены друг к другу своими наиболее «острыми» сторонами. Всего около восьми часов нужно для того, чтобы обе звезды снова вернулись в исходное положение.

Нетрудно сообразить, что, водя хоровод, звезды, составляющие W Большой Медведицы, поворачиваются к земному наблюдателю

то более узкой, то более широкой своей частью. Ясно, что при этом меняется и количество света, посылаемого звездами в сторону Земли. Ни в один телескоп в отдельности они неразличимы. Все сведения о W Большой Медведицы почерпнуты из тщательного анализа кривой изменения ее блеска, который меняется в пределах от $7^m,8$ до $8^m,6$.

Вот теперь и представьте себе, как необычно выглядело бы земное небо, если бы Солнце заменить этой уникальной звездой из созвездия Большой Медведицы. Вместо спокойного ослепительного светила по небу перемещались бы два дынеобразных почти соприкасающихся солнца!

В созвездии Большой Медведицы есть шесть ярких туманностей, значащихся в каталоге Мессье под номерами 81, 82, 97, 101, 108 и 109. Пять из них весьма сходны по своей природе и представляют собой далекие звездные системы — галактики. Шестая туманность, обозначаемая символом М 97, резко отличается от остальных.

Прежде всего — это не звездная система, а исполинское шарообразное облако светящегося газа. Внешне туманность отдаленно напоминает диски планет, и потому, как уже говорилось, образованиям такого рода присвоено наименование планетарных туманностей. В мощные телескопы планетарная туманность из созвездия Большой Медведицы отдаленно напоминает физиономию совы, за это ее астрономы неофициально называют «Совой».

В центре туманности, как обычно, видна очень горячая белая звездочка. Есть основания думать, что газы, образующие туманность, когда-то были выброшены центральной звездой при каком-то не вполне понятном взрывном процессе. Во всяком случае в настоящее время туманность расширяется во все стороны от звезды — явное указание на породивший ее источник.

Туманность «Сова» — очень далекий и трудный для наблюдения объект — расстояние до нее равно 2290 парсек, а видимый блеск около $12^m$. Зная видимый угловой диаметр туманности, легко подсчитать, что на самом деле она по диаметру почти в 230 000 раз больше поперечника земной орбиты. И все-таки это объект нашей звездной системы, нашей Галактики. Лишь несовершенство телескопа Мессье заставляло исследователя смешать в своем каталоге газовые туманности с другими звездными системами.

Из сокровищ Большой Медведицы, скрытых от невооруженного человеческого глаза, упомянем лишь три звездные системы — М 101, М 81 и М 82.

Галактика М 101 может быть найдена в небольшой телескоп в виде маленького светящегося туманного пятнышка — 7,9 зв. величины — недалеко от Мицара, «над» хвостом Большой Медведицы. На рис. 33 приведена ее фотография — великолепная звездная спираль, которую благодаря игре случая мы видим «плашмя». Миллиарды солнц составляют эту великую звездную систему. Ты-

сячи, а может быть, и миллионы планет этой галактики населены существами, занесшими в свои звездные каталоги и нашу Галактику — ведь «оттуда», из туманности М 101, она видна отлично. Если бы у них были «сверхтелескопы», позволяющие рассмотреть все, что делается на нашей Земле, людей они бы не увидели. В их поле зрения Земля предстала бы такой, какой она была около 8 миллионов лет назад,— столько времени требуется лучу света для преодоления расстояния между М 101 и нашей Галактикой!

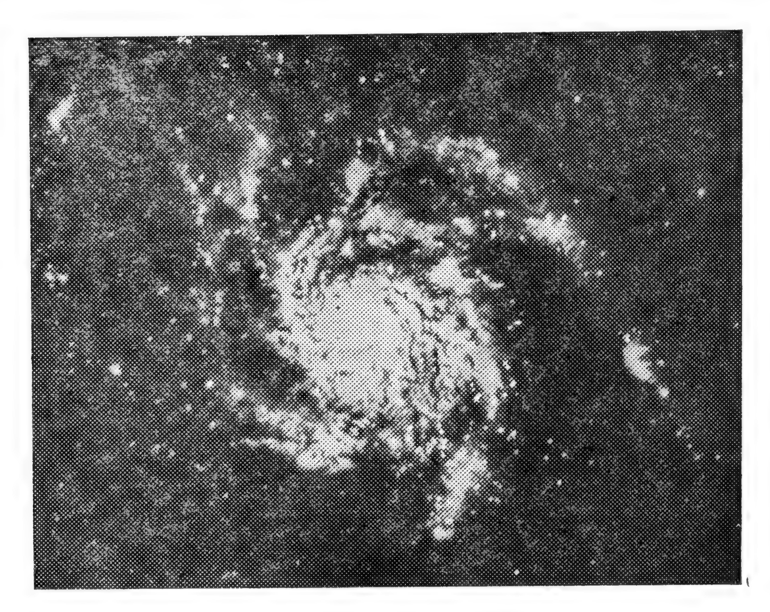


Рис. 33. Галактика М 101.

Две другие галактики — М 81 и 82, их блеск $7^m,0$ и $8^m,4$ — образуют двойную галактику — аналог двойной звезды. Видны они на небе совсем близко друг от друга, среди тех звезд, где древним грекам мерещилась морда Большой Медведицы. Расстояние до этой пары звездных систем составляет 3,3 килопарсека (кпс). Галактика М 81 (как и галактика М 101) представляет собой уменьшенное подобие нашей звездной системы. Ее диаметр почти в четыре раза меньше. Повернута она к нам несколько боком, но спиралеобразное строение видно отлично (рис. 34).

Совсем иначе выглядит галактика М 82 (рис. 35). Она повернута к нам ребром и имеет вид какого-то клочковатого туманного облачка. Галактика неправильного типа — так астрономы называют подобные звездные системы.

Подробные исследования этой замечательной галактики, проведенные за последнее время, показали, что полтора миллиона лет назад в ядре галактики М 82 произошел мощнейший взрыв,

сопровождавшийся выбросом из ядра облаков водорода и других газов общей массой почти в шесть раз больше, чем масса Солнца. Скорость движения этих облаков превышает 1000 км/с — яркое свидетельство мощи тех взрывных процессов, которые ныне наблюдаются в ядрах многих галактик.

Мы уже упоминали, что энергия взрыва в галактике М 82 близка к $10^{57}$ эрг, что трудно объяснить известными астрофизикам процессами. Масса этой галактики составляет как минимум

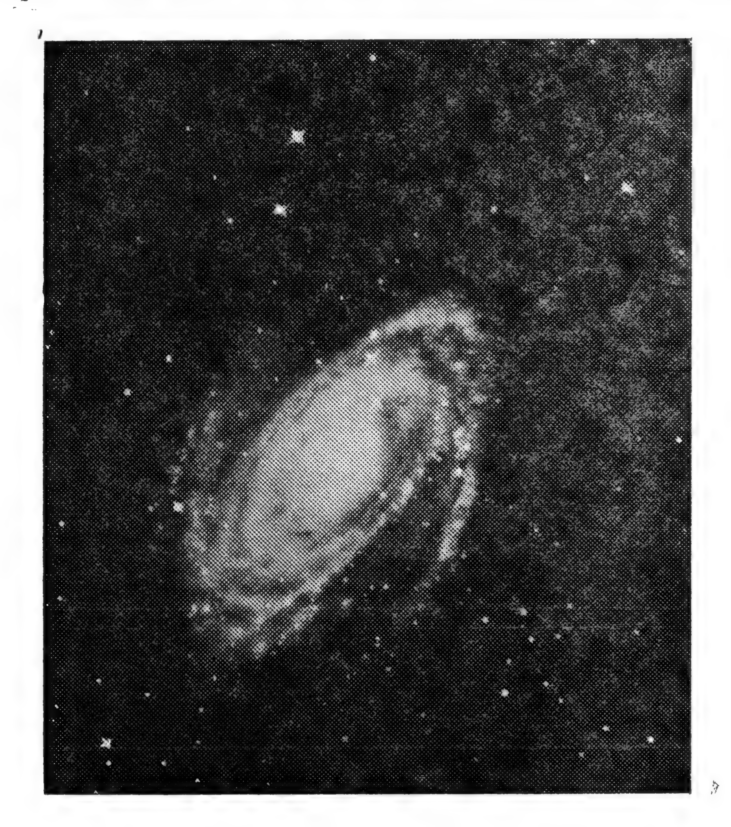


Рис. 34. Галактика М 81.

270 миллиардов солнечных масс, а значит, М 82 принадлежит к числу крупных галактик. В ней много космической пыли и межзвездного водорода. Возможно, что пыль скрывает от земного наблюдателя ядро галактики. После того как удивительные особенности М 82 были изучены, астрономам удалось найти еще семь галактик, по внешнему облику и другим качествам похожих на М 82.

Космос кажется неизменным и спокойным лишь невооруженному глазу. На самом деле практически повсюду в звездном мире наблюдаются нестационарные процессы, нередко выражающиеся во взрывах невообразимо большой мощности.

Распределение материи в обозримой нами части бесконечной Вселенной обладает одной характерной особенностью — крайней

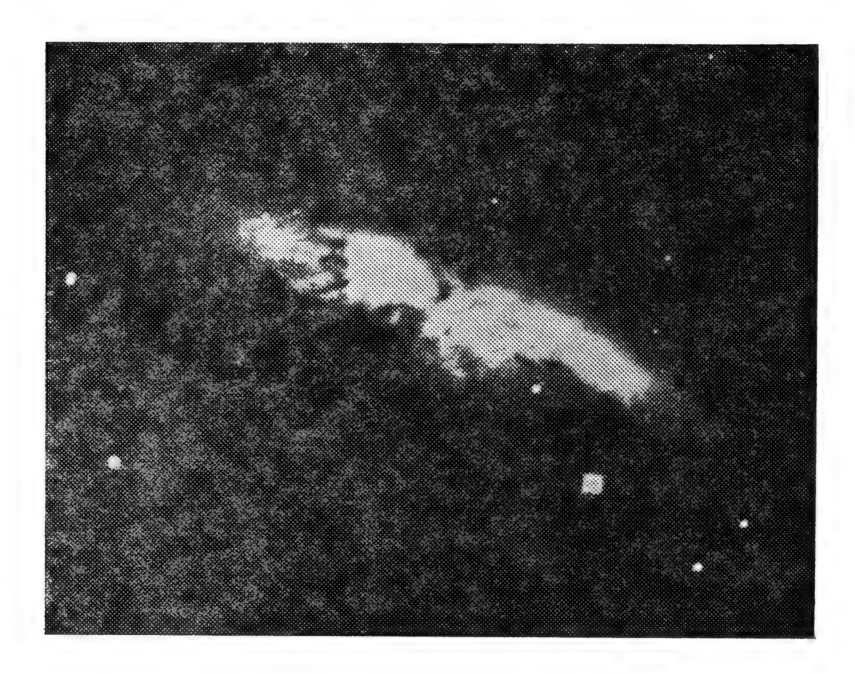


Рис. 35. Взорвавшаяся галактика М 82.

неравномерностью. Звезды образуют двойные, тройные и вообще кратные системы. От них идет непрерывный ряд к звездным скоплениям и галактикам. Но и сами звездные системы нередко объединяются и попарно, и в группы, и даже в исполинские, не поддающиеся наглядному представлению облака галактик.

В Большой Медведице известны три таких облака, или скопления галактик. Самое многочисленное из них состоит из трехсот галактик. Лишь центральная часть этого скопления имеет поперечник в 200 кпс. На небе же это облако занимает площадь, лишь немногим бо́льшую площади лунного диска.

Как единое целое (если отвлечься от второстепенных движений одной галактики относительно другой) это скопление галактик удаляется от Земли со скоростью 15 000 км/с. Нет, это не опечатка — в 10 000 раз быстрее пули улетает от нас это облако галактик!

Величественные картины, раскрывающиеся в созвездии Большой Медведицы, заставляют задумываться о путях эволюции звездных миров, о тайнах рождения галактик. Вот, скажем, уже знакомая нам пара галактик: М 81 и М 82. Судя по их спектрам, одна из них удаляется от нас со скоростью 187, а другая — со скоростью 74 км/с. Значит, одна из них удаляется от другой со скоростью, не меньшей 113 км/с. Отсюда естественно сделать вывод, что эти галактики родились совместно и при рождении получили начальные скорости, заставляющие систему непрерывно расширяться.

Таких примеров очень много, и они заставляют думать, что галактики (как и звезды) рождаются группами из какой-то «дозвездной материи» пока неизвестной природы.

## Малая Медведица

Главная звезда созвездия — Полярная звезда — является и основной его достопримечательностью.

Общеизвестность Полярной звезды вызвана не столько ее физическими особенностями (о них знают немногие), сколько ее близостью к Северному полюсу мира. Среди ярких звезд, доступных невооруженному глазу, нет ни одной, которая могла бы с ней в этом соперничать. Однако любопытно, что уже в бинокль легко отыскать звезду $6^m,4$, условно обозначенную символом $2r$ (см. Куликовский П. Г., с. 505), которая еще ближе к полюсу мира, чем Полярная.

Особая роль Полярной звезды на земном звездном небе временная. Как уже отмечалось, прецессионное движение земной оси сказывается в очень медленном, но непрерывно совершающемся странствовании полюса мира по созвездиям. Около трех тысяч лет назад самой близкой к нему звездой была звезда β Малой Медведицы. По видимому блеску она лишь чуть-чуть, на одну десятую долю звездной величины, уступает Полярной. У нее есть даже собственное имя — Кохаб, которое происходит от арабского «Кохаб-эль-Шемали», что означает «Звезда Севера». В Китае β Малой Медведицы называется «царственной звездой», и в этом отзвуке далеких времен можно уловить черты той особой роли путеводной звезды, которая ныне отведена Полярной.

В бинокль хорошо заметно, что цвет Полярной звезды — желтоватый. Она несколько горячее Солнца — температура ее поверхности близка к 7000°. Полярная принадлежит к типу звезд-сверхгигантов. Наше Солнце рядом с ней выглядело бы очень скромно, так как поперечник Полярной в 120 раз больше солнечного диаметра.

Замечательно, что Полярная звезда пульсирует, то увеличиваясь, то уменьшаясь в своем объеме. При этом слегка меняются и температура и спектр звезды, ну и, конечно, блеск. В макси-

муме блеска Полярная становится звездой $2^m,1$, в минимуме $2^m,3$. Работает этот странный звездный механизм очень ритмично — период между смежными максимумами составляет почти четверо земных суток.

Полярная звезда — типичная цефеида. Расстояние до нее таково, что луч света, покинувший Полярную звезду, достигает Земли спустя 472 года. Это означает, что в настоящее время мы видим Полярную такой, какой на самом деле она была во времена Колумба!

Пожалуй, хорошо, что наше Солнце не похоже на Полярную и другие цефеиды. В противном случае мы были бы обречены на то, чтобы испытывать непрерывные и быстрые колебания температуры и освещенности. Кроме того, замена Солнца Полярной звездой привела бы к катастрофическим последствиям и в том случае, если бы Полярная не была цефеидой. Излучая потоки света и тепла, почти в 10 000 раз более мощные, чем Солнце, Полярная звезда испепелила бы весь органический мир на Земле!

В большой школьный рефрактор рядом с Полярной на расстоянии 18″ от нее виден ее спутник — маленькая звездочка почти 9-й зв. величины. Его открыл в 1779 г. знаменитый исследователь звездного мира Вильям Гершель. Возможно, что эта звездочка физически связана с Полярной, хотя непосредственно заметить орбитальное движение спутника нелегко — период обращения в этой системе должен быть очень большим.

Полярная и ее спутник по температуре мало отличаются друг от друга — спутник чуть погорячее. Но по размерам это совсем разные звезды. Полярная — сверхгигант, ее спутник — желтовато-белая звезда лишь немного крупнее Солнца.

Между прочим, в телескоп спутник кажется зеленоватым. Как мы уже предупреждали читателя, в таких случаях наблюдатель становится жертвой оптической иллюзии, впрочем, весьма красивой. Без нее многие двойные звезды выглядели бы блеклыми и малоэффектными.

Этим, пожалуй, и исчерпываются достопримечательности Малой Медведицы — небольшого созвездия, объединяющего всего 20 доступных невооруженному глазу звезд.

## Кассиопея

Шел ноябрь 1572 г. Возвращаясь из Германии в родную Данию, Тихо Браге, знаменитый астроном той эпохи, остановился в живописном старом монастыре местечка Геррицвальда, принадлежащего его дяде. «Однажды вечером,— пишет Тихо Браге,— когда я, по обыкновению, осматривал небосвод, вид которого был мне так хорошо знаком, я, к неописуемому моему удивлению, увидел близ зенита в Кассиопее яркую звезду необыкновенной величины. Пораженный открытием, я не знал, верить ли собственным глазам.

...Новая звезда не имела хвоста, ее не окружала никакая туманность, она во всех отношениях походила на другие звезды первой величины... По блеску ее можно было сравнить только с Венерой, когда эта последняя находится в ближайшем расстоянии от Земли. Люди, одаренные хорошим зрением, могли различить эту звезду при ясном небе днем, даже в полдень. Ночью при облачном небе, когда другие звезды скрывались, новая звезда оставалась видимой сквозь довольно густые облака.

...Начиная с декабря 1572 г., блеск ее стал уменьшаться... Переход от $5^m$ к $6^m$ произошел в промежуток времени от декабря 1573 до февраля 1574 г. В следующем месяце новая звезда исчезла, проблистав семнадцать месяцев и не оставив никакого следа, видимого для простого глаза».

Если пытливый ум ученого был поражен этим необычайным небесным явлением, то какой переполох вызвало оно среди простого населения Европы! Еще свежа была в памяти «Варфоломеевская ночь» — лишь за несколько месяцев до появления звезды произошла эта кровавая резня гугенотов католиками. Говорили, что звезда в Кассиопее предвозвещает кончину мира и страшный суд. Многие готовились к смерти.

Но все кончилось благополучно. Мир уцелел, и вместе с исчезновением загадочной звезды прошли и суеверные страхи. Что же, однако, совершилось в глубинах мирового пространства?

Тихо Браге очень точно измерил экваториальные координаты необыкновенной звезды, и мы теперь с уверенностью можем указать ту точку созвездия Кассиопеи, где когда-то она сияла. Эта точка находится близко от звезды $\varkappa$, но, увы, ни сама $\varkappa$, ни одна из многочисленных слабых звездочек в этой области неба не может считаться «звездой Тихо Браге». Слишком уж обычны для этого их физические характеристики.

В 1952 г., то есть спустя ровно 380 лет после описанного события, было обнаружено, что как раз из того места, где когда-то вспыхнула необычайная звезда, исходят довольно слабые потоки космических радиоволн. И эти трудноуловимые радиосигналы — пока все, что осталось от поразительного небесного фейерверка. Точнее, все, что пока удалось обнаружить. По современным представлениям «звезда Тихо Браге» — одна из сверхновых звезд.

Несовершество земных телескопов мешает пока увидеть как сжавшуюся до предела звезду Тихо Браге, так и окружающую ее «радиотуманность». Лишь радиоволны, порожденные этой туманностью, свидетельствуют ныне о когда-то бывшей грандиозной космической катастрофе.

В созвездии Кассиопеи находится самый мощный на всем небе источник радиоволн, называемый условно «Кассиопея-А». Поток радиоволн из этой области неба во много раз мощнее радиоизлучения звезды Тихо Браге.

В 1951 г. на фотопластинках, чувствительных к красным лучам, были зафиксированы обрывки небольшой радиотуманности,

связанной с Кассиопеей-А. С другой стороны, в древних китайских хрониках отмечено, что как раз в этом месте неба в 369 г. нашей эры «явилась очень яркая «звезда-гостья». Значит, и «Кассиопея-А», мощнейшая на земном небе космическая радиостанция, обязана своим возникновением вспышке сверхновой звезды.

Мы указали сейчас на две достопримечательности созвездия Кассиопеи, которые ни в один оптический телескоп, конечно, не увидишь. И все-таки интересно знать точки неба, где находятся эти совершенно уникальные объекты.

У сверхновых звезд взрывы предельно мощны, и они, по-видимому, приводят к необратимому изменению звезды. Но у некоторых звезд подобные вспышки могут совершаться неоднократно, причем чем меньше энергетические масштабы вспышек, тем чаще такие вспышки повторяются. Речь идет о так называемых «новых» и «новоподобных» звездах.

В созвездии Кассиопеи есть две весьма своеобразные звезды, $\gamma$ и $\rho$, которые можно отнести к классу новоподобных звезд.

Звездой $\gamma$ Кассиопеи астрономы заинтересовались еще в прошлом веке. С первого взгляда она как будто ничем не замечательна. Но в спектре звезды выделяются светлые «эмиссионные» линии — явный признак мощных движений раскаленных газов в атмосфере звезды.

Блеск $\gamma$ Кассиопеи подвержен неправильным и иногда резким изменениям. Например, в 1937 г. она стала самой яркой звездой созвездия. Вероятно, звезда испытала нечто вроде взрыва, атмосфера ее расширилась и часть газов была выброшена в пространство. После этого звезда несколько успокоилась, но неожиданные взлеты блеска наблюдались и впоследствии. Бывают периоды, когда $\gamma$ Кассиопеи становится звездой $1^m,6$, а в периоды минимума блеска она не ярче звезд $3^m$.

Иначе ведет себя $\rho$ Кассиопеи. Бóльшую часть времени ее блеск неизменен и близок к $4^m$. Но иногда наступают не вспышки, а, наоборот, спады блеска до $6^m,2$, и тогда $\rho$ Кассиопеи становится недоступной для невооруженного глаза. Причины таких странных колебаний блеска пока совершенно не ясны. Можно сказать лишь одно: как $\gamma$, так и $\rho$ Кассиопеи — беспокойные, «нестационарные» звезды с неустойчивыми атмосферами. Разгадка причин звездных вспышек, как грандиозных, так и сравнительно небольших, несомненно, обогатит атомную физику и новыми фактами и новыми идеями.

Обратите теперь внимание на двойную звезду $\eta$ Кассиопеи. Главная звезда $3^m,7$ — желтоватый гигант, спутник $7^m,4$ — маленькая красная холодная звездочка с температурой поверхности, близкой к 3000°. Обе звезды, удаленные на небе друг от друга на 10 секунд дуги, обращаются вокруг общего центра тяжести с периодом 526 лет. Они сравнительно близки от Земли — события в этой двойной системе мы видим с запозданием в двадцать лет.

В созвездии Кассиопеи есть желтая карликовая звездочка $5^m,3$, обозначенная буквой μ. Она примечательна своим очень быстрым полетом в пространстве. Каждую секунду она удаляется от нас почти на 100 км. За тысячелетие она проходит расстояние на небе, равное удвоенному видимому поперечнику лунного диска. Впервые в звездные каталоги она была занесена Тихо Браге.

Между звездами δ и ε в темные ночи можно рассмотреть два небольших рассеянных звездных скопления NGC 457 и NGC 581. Первое имеет видимый поперечник 14′ и включает в себя 50 звезд. Второе — малочисленнее. В нем 30 звезд расположены на участке поперечником в 6′. Из рассеянных скоплений это одни из самых далеких. До первого из них расстояние равно 2100 пс, до второго — 2500 пс. Эти крошечные для земного наблюдателя небесные объекты в действительности имеют поперечник в 8,5 и 4,8 пс. В небольшой телескоп они весьма невзрачны. Тем интереснее сравнить их в дальнейшем с Плеядами — близким к нам и самым эффектным на небе рассеянным звездным скоплением.

## Цефей

Он был глухонемым, этот высокий юноша с тонкими правильными чертами лица. Каждую звездную ночь он внимательно наблюдал одну из звезд созвездия Цефея, ту самую, которая в звездных каталогах обозначена буквой δ. Иногда звезда казалась ярче обычного, иногда, наоборот, слабее. Не обман ли чувств эти странные колебания блеска?

Проходят дни, недели, и в конце концов всякие сомнения отпадают. Регулярно, с размеренностью хорошего часового механизма, δ Цефея через каждые пять с четвертью суток достигает максимума блеска, плавно опускаясь затем до минимума.

Вычислен блеск звезды в разные моменты времени, построена кривая изменения блеска, свидетельствующая о периодическом «подмигивании» δ Цефея. Сделано, в сущности, даже больше — открыт новый класс переменных звезд, «цефеид», названных так в честь главной представительницы этого класса.

Автор открытия — Джон Гудрайк, родом из Голландии, получивший образование в Англии. За год до открытия первой цефеиды в 1782 г. Королевское общество Великобритании присудило ему высшую награду — медаль Копли — за открытие переменности Алголя, одной из главных звезд в созвездии Персея. Этот талантливый молодой исследователь умер очень рано, в 1786 г., 21 года от роду. Но астрономы — счастливые люди. Следы их трудов связаны с самыми долговечными объектами, какие только может наблюдать человеческий глаз.

Если вы захотите сами убедиться в переменности δ Цефея, вам в какой-то степени придется повторить работу Гудрайка.

Впрочем, не пугайтесь: сделать это сравнительно легко. Поблизости от δ Цефея видны звезды ζ ($3^m,6$), ε ($4^m,2$) и ν ($4^m,5$). Будем сравнивать блеск переменной звезды с блеском этих постоянных «звезд сравнения». Допустим, что в момент наблюдения δ Цефея явно слабее ζ, но ярче ε. Разделим мысленно интервал блеска между звездами сравнения на 10 равных частей и попробуем оценить, каково положение в этом интервале переменной звезды. Если, скажем, δ Цефея во столько же раз слабее ζ, во сколько раз ярче ε, то оценку блеска надо записать так: ζ5δ5ε. В другие моменты могут получиться иные оценки, например: ζ3δ7ε или ζ6δ4ε. Зная звездные величины ζ и ε, легко пропорциональным делением вычислить блеск переменной. Иногда δ Цефея становится слабее ε, и тогда звездами сравнения могут служить ζ и ν или ε и ν.

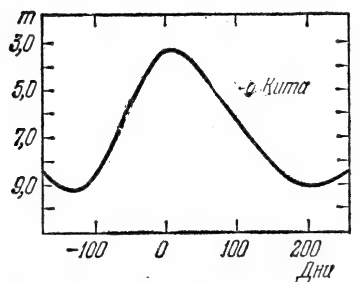


Рис. 36. Кривая блеска δ Цефея.

Сделав в течение двух-трех недель десяток оценок, постройте график изменения блеска звезды δ Цефея: по его горизонтальной оси отложите моменты времени, по вертикальной — видимый блеск. Чем больше будет сделано наблюдений, тем более явным станет периодический характер изменения блеска δ Цефея *).

Повторяем, что блеск δ Цефея меняется удивительно ритмично. Период изменения ее блеска определен с очень большой точностью — 5,366341 суток. От периода к периоду характер колебания блеска практически не меняется, и поэтому для цефеид и других периодических переменных звезд астрономы строят сводную, или «среднюю» кривую, сводя все наблюдения к одному периоду (рис. 36).

Быстрый взлет блеска до $3^m,6$ и сравнительно медленное его падение до $4^m,3$ — такая картина характерна и для δ Цефея и для похожих на нее других звезд, названных *цефеидами*. Наблюдения показывают, что вместе с блеском колеблются и другие физические характеристики δ Цефея — ее цвет, температура, скорость по лучу зрения. Колеблется даже спектральный класс — в максимуме блеска δ Цефея — звезда класса F5, в минимуме ее спектр характерен для звезд класса G2.

Нелегко было разобраться во всех этих сложных явлениях, но сейчас природа цефеид в общих чертах выяснена. Это — звезды-гиганты беловато-желтого цвета, у которых по каким-то не вполне пока понятным причинам внутреннее равновесие на-

*) Подробнее о наблюдениях переменных звезд см. в книгах: Куликовский П. Г., с. 360—370 и Астрономический календарь: Постоянная часть.— М.: Наука, 1973, с. 429—445.

рушено. Подобно сердцу они непрерывно пульсируют, меняя при этом и блеск и другие физические характеристики. Пульсации цефеид, как и все в мире звезд, грандиозны. Их радиусы изменяются на миллионы километров, что в среднем, однако, составляет лишь около 5% средней величины радиуса звезды.

Когда цефеида максимально сжата, температура ее поверхности становится наибольшей, и в этот момент звезда достигает максимума блеска. Наоборот, наибольшим размерам звезды соответствуют наименьшая ее температура и минимум блеска.

Странная картина наблюдалась бы на Земле, если бы наше Солнце было цефеидой. Но Солнце — желтый карлик, а цефеиды — желтые сверхгиганты, и в их физической природе мало общего.

В созвездии Цефея есть еще одна яркая цефеида — звезда β этого созвездия. У нее очень короткий период изменения блеска — всего 0,19 суток, да и амплитуда весьма мала — $0^m,05$. Для невооруженного глаза она всегда кажется одинаково яркой, но очень чувствительные астрономические фотометры четко улавливают и такие ничтожные колебания блеска. Повторяются они столь же строго периодично, как и у δ Цефея, но β Цефея все же не типичная «классическая цефеида». Она входит в особый класс переменных звезд типа β Большого Пса. Все они гораздо горячее обычных цефеид и являются горячими белыми гигантами. Колебания их блеска отчасти вызваны пульсациями, но вполне возможно, что к ним добавляются и сложные явления в атмосферах этих звезд. Здесь многое еще предстоит выяснить. А пока звезды типа β Цефея считаются разновидностью цефеид.

На полпути между α и δ Цефея, недалеко от прямой, соединяющей эти звезды, есть уникальная звезда, обозначенная буквой μ. Ее необыкновенный темно-красный цвет обратил на себя внимание еще Вильяма Гершеля, который назвал μ Цефея «гранатовой» звездой. Как прозрачная капелька крови, сияет в глубине небес это красное солнце — самая красная из всех ярких, доступных невооруженному глазу звезд. Цвет μ Цефея особенно хорошо заметен, если в бинокль сначала посмотреть на белую звезду α Цефея, а затем сразу на «гранатовую» звезду. И здесь не обман зрения, не какие-то психофизиологические эффекты — нет, на самом деле это одна из самых холодных звезд, температура поверхности которой вряд ли превышает 2000°.

«Гранатовая» звезда от Земли весьма далека — мы ее видим с «опозданием» почти в тысячу лет. Тем не менее μ Цефея — одна из тех немногочисленных звезд, у которых удалось непосредственно (с помощью интерферометра) измерить поперечник. По размерам μ Цефея — одна из величайших звезд, ее диаметр почти в 1500 раз больше солнечного.

Подмечено, что блеск μ Цефея не всегда постоянен, но меняется довольно неправильным образом, причем иногда амплитуда колебаний достигает $0^m,6$. Советскому исследователю пере-

менных звезд В. П. Цесевичу с большим трудом удалось установить, что в этих, с первого взгляда совершенно беспорядочных колебаниях блеска есть некоторые закономерности. Сложную кривую изменения блеска μ Цефея (рис. 37) можно рассматривать как результат сложения трех колебаний с периодами 90, 750 и 4675 дней. Такие звезды называются *полуправильными переменными*, и μ Цефея возглавляет один из подклассов этих звезд.

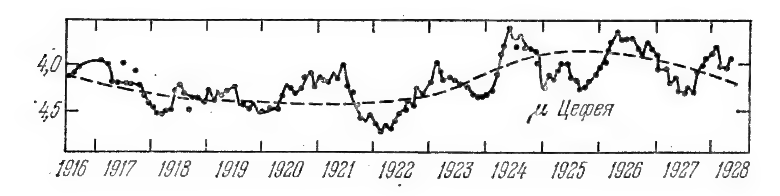



Рис. 37. Кривая блеска μ Цефея.

Трудно пока со всей определенностью сказать, чем вызваны колебания блеска звезд типа μ Цефея. Здесь налицо и беспорядочные (или, лучше сказать, полуправильные) пульсации звезды, и какие-то непериодические извержения раскаленных газов из ее недр в атмосферу.

В созвездии Цефея есть две примечательные двойные звезды. И это не какие-то новые, еще не упомянутые нами звезды, а уже хорошо знакомые δ и β Цефея.

Главнейшая из цефеид имеет на угловом расстоянии в 41″ спутник $7^m,5$. Золотисто-желтая цефеида и ее голубоватый спутник представляет собой одну из наиболее красивых на всем небе пар близких звезд.

Еще интереснее система β Цефея. Сама главная звезда — спектрально-двойная с периодом обращения, равным периоду изменения блеска 0,19 суток. На расстоянии 8″ от главной белой звезды видна голубоватая звезда-спутник $8^m$. Спутник, несомненно, обращается вокруг главной звезды (или, точнее, обе звезды вокруг общего центра масс) с периодом, по-видимому, близким к 50 годам. Значит, здесь перед нами физическая система из трех звезд, причем главная из них к тому же и переменная звезда весьма сложной природы, задающая астрономам немало загадок.

## Дракон

С самой яркой оранжевой звездой γ этого созвездия связана одна любопытная и поучительная история. В 1725 г. английский астроном Брадлей решил доказать истинность гипотезы Коперника. Хотя со времени опубликования книги великого польского

астронома прошло 182 года, его идеи о движении Земли вокруг Солнца оставались лишь гениальной догадкой, фактами еще не подтвержденной.

Если Земля на самом деле обращается вокруг Солнца, ближние звезды должны смещаться на фоне звезд более далеких, описывая в течение года крошечный эллипс — своеобразное «отражение» в небесах земной орбиты.

Чем дальше предмет, тем меньше его кажущееся «параллактическое» смещение,— вспомните, как смещаются предметы при наблюдении из окна мчащегося поезда. Быстро проносятся мимо телеграфные столбы на фоне далекого леса; постепенно, хотя гораздо медленнее, меняется панорама местности; а облака и тем более Солнце, кажется, мчатся вслед за поездом, не отставая от него ни на шаг.

Звезды невообразимо далеки от Земли — это сознавал уже Коперник. Поэтому их параллактические смещения неуловимо малы. Ни Копернику, ни его ближайшим последователям обнаружить их так и не удалось.

Решил испробовать свои силы в этом очень трудном деле и Джемс Брадлей. Телескоп с микрометром на его окулярном конце Брадлей неподвижно укрепил на стене дома, направив прямо в зенит. Сделано это было вполне мотивированно — вблизи зенита искажения в положении небесных светил, вносимые земной атмосферой, всегда минимальны. Из ярких звезд, близких к полюсу эклиптики, через зенит Оксфорда ежесуточно проходит только одна звезда — γ Дракона. Вот почему Брадлей и выбрал ее для параллактических измерений.

Не будем описывать подробности этой тонкой и длительной работы, на которую ушло около трех лет. Любопытен конечный итог — Брадлей обнаружил периодическое смещение γ Дракона, точнее говоря, периодические изменения ее экваториальных координат. Но это было заведомо не параллактическое смещение: во-первых, оно получилось слишком большим (около 20″), а во-вторых, направленным иначе, чем ожидалось. Потом уже выяснилось, что и другие звезды в течение года испытывают подобные же смещения и, что было особенно странным, с той же амплитудой около 20″.

Брадлей искал одно, а открыл другое — оптическое явление, получившее название *аберрации света*. Сущность его понять несложно. Представьте себе, что вы стоите под отвесно падающим дождем и держите в руках зонтик. Пока вы неподвижны, ручка зонтика направлена, естественно, вертикально. Но если вы броситесь бежать, ваша рука инстинктивно наклонит зонтик вперед, в сторону движения.

А теперь сравните это с другой, аналогичной картиной. От звезды, находящейся в зените, к наблюдателю в вертикальном направлении идут лучи света. Роль зонтика играет телескоп. Будь Земля неподвижной, телескоп следовало бы направить в

зенит. На самом деле при движении Земли скорость света складывается со скоростью звезды относительно наблюдателя. В итоге сложения двух скоростей лучи звезды из вертикальных превратятся в наклонные, и звезду наблюдатель увидит не в зените, а чуть смещенной в сторону движения самого наблюдателя.

Брадлей не только открыл новое явление природы, но и доказал опытным путем, что земной шар действительно обращается вокруг Солнца,— ведь не будь этого движения Земли, не было бы и аберрации.

Другая достопримечательность созвездия Дракона интересна не только по историческим воспоминаниям, но и сама по себе, как один из замечательных объектов на земном небе. Речь идет о яркой планетарной туманности, расположенной неподалеку от звезды ζ этого созвездия.

В большой школьный рефрактор она хорошо видна как круглое туманное сравнительно яркое ($8^m$) пятнышко. Условное обозначение этой туманности NGC 6543.

Еще в 1864 г. английский астроном Геггинс избрал туманность в Драконе «пробным камнем» для первых спектроскопических наблюдений этих загадочных объектов. Спектральный анализ еще только зарождался, и Геггинс наблюдал спектр туманности Дракона визуально, присоединив спектроскоп к окулярной части телескопа. Велико было его удивление, когда вместо привычной радужной полоски спектра поглощения, характерного для большинства звезд, он увидел только три яркие разноцветные линии на совершенно темном фоне. Вопреки ожиданиям, туманность Дракона оказалась состоящей не из звезд, а из светящихся газов. Впервые спектроскоп доказал, что в мировом пространстве, кроме звезд и планет, есть исполинские облака разреженных и светящихся газов.

О туманности Дракона мы теперь знаем много интересных подробностей. Измерено расстояние до нее — 1000 пс. Определен поперечник туманности — около 7000 а. е. Выявлены подробности ее физического строения.

Туманность расширяется во все стороны от своего ядра — очень горячей звездочки 11-й зв. величины, которую в мощные телескопы можно различить в центре туманности. Это — одна из очень горячих звезд, и температура ее поверхности, по-видимому, близка к 57 000°!

Упомянув о расширении туманности, мы должны подчеркнуть, что проявляется оно только в смещении спектральных линий — внешне туманность выглядит такой же неизменной, как ее фотография. Только через века астрономы получат фотоснимки туманности, существенно отличающиеся от современных. Почти все объекты звездного мира издали выглядят спокойными и неизменными. На фотографиях видна сложная внутренняя структура туманности Дракона, что нетипично для «классических» планетарных туманностей, похожих на ту, которую мы увидим

в созвездии Лиры. Поэтому туманность Дракона считается аномальной планетарной туманностью.

Из двойных звезд созвездия Дракона обратите внимание на три звезды: ν, ε, μ. Первая из них принадлежит «голове» Дракона. Она состоит из двух звездочек 5-й зв. величины, разделенных промежутком в 62″. Пара эта — оптическая, легко различимая даже в театральный бинокль. Проверьте по ν Дракона остроту вашего зрения: если в темную прозрачную звездную ночь вы отчетливо различаете обе звезды, значит, зрение у вас отличное.

А для большого школьного рефрактора хорошей проверкой его «зоркости» (то есть разрешающей способности) могут служить наблюдения двух других двойных звезд. Обе эти пары звезд — физические двойные системы. Главная звезда в системе ε Дракона $4^m,0$ имеет спутник $7^m,6$ на расстоянии $3'',3$. Звезда μ Дракона состоит из двух звезд равного блеска ($5^m,8$), разделенных промежутком в 2″. Период обращения в этой системе близок к 1500 годам.

Повторяем, что перечисленные двойные звезды — трудный объект для трехдюймового рефрактора, а с меньшими инструментами рассчитывать на успех и вовсе нельзя.

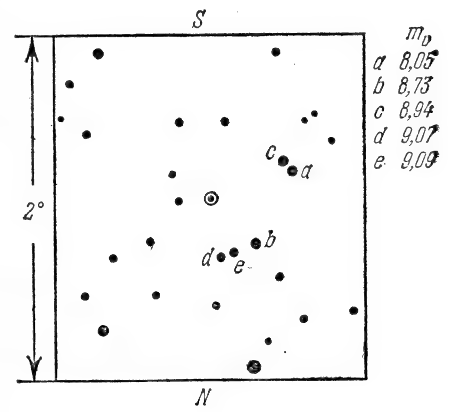


Рис. 38. Карта окрестностей переменной звезды RU Жирафа (отмечена кружком). Справа выписаны звездные величины звезд сравнения.

## Жираф

В этом созвездии все звезды слабее $4^m$. Заслуживает внимания довольно яркое ($3^m$) рассеянное звездное скопление NGC 1502 диаметром всего в 6 минут дуги. Его легко отыскать в бинокль, но только в крупный телескоп оно достаточно эффектно.

Самый замечательный объект созвездия Жирафа — необыкновенная переменная звезда RU. Ее координаты (для эпохи 1900,0) $\alpha = 7^ч10^м54^с$; $\delta = +69°51',2$. Пользуясь приводимой здесь (рис. 38) картой окрестностей звезды RU Жирафа, ее легко отыскать в школьный телескоп или даже в 10-кратный призменный бинокль.

До 1964 г. считалось, что RU Жирафа — типичная цефеида с периодом 22 дня, с ритмичностью незатухающего маятника из века в век повторяющая свои колебания. Каково же было удивление астрономов, когда в конце 1964 г. выяснилось, что блеск RU Жирафа стал постоянным! Да, именно так — пульсирующая

цефеида неожиданно остановилась, замерла, застыла. Если блеск RU Жирафа сейчас и колеблется, возможно, непериодически, то во всяком случае амплитуда этих колебаний не превосходит 0,04 зв. величины.

В чем причина внезапной «остановки» этой звезды — до сих пор неизвестно*). Возможно, что разгадка придет не скоро, но сенсационное поведение RU Жирафа заставляет нас пересмотреть существующие теории цефеид и представления об эволюции звезд.

Попробуйте отыскать эту звезду и систематически следите за ее блеском — вдруг вам посчастливится обнаружить, что RU Жирафа снова стала нормальной цефеидой! Здесь все пока таинственно и чревато открытиями.

## Рысь

Как уже говорилось, созвездием Рыси названа самая бедная звездами область земного звездного неба. Справедливости ради стоит отметить, что все же в созвездии Рыси есть две звезды ярче $4^m$, ничем, впрочем, не замечательные. Пожалуй, для тренировки в отыскании слабых звезд имеет смысл разыскать $\alpha$ Рыси — оранжевую звездочку $3^m,2$, находящуюся на продолжении задних лап Большой Медведицы. Для астрономов нет, конечно, «главных» и «второстепенных» звезд. Их интересует буквально все, что доступно наблюдениям. Поэтому они, в частности, тщательно изучили спектр $\alpha$ Рыси, определили ее температуру, движение в пространстве и нашли, что это ничем не выделяющееся оранжевое солнце отстоит от нашего на расстоянии, близком к 50 пс. А ведь подобные сведения астрономы собрали не только для всех видимых невооруженным глазом звезд, но и для многих тысяч тех солнц, которые можно наблюдать лишь в телескоп. Какая кропотливая, трудоемкая работа!

---

*) Подробнее см. статью Ю. Н. Ефремова в журнале «Земля и Вселенная», 1967, № 2.

# СОЗВЕЗДИЯ ОСЕННЕГО НЕБА

От постоянно видимых околополярных созвездий мы перейдем теперь к созвездиям, характерным для каждого из четырех времен года — осени, зимы, весны и лета. «Сезонная» сортировка созвездий, конечно, условна. Например, в долгие зимние ночи, от конца вечерних сумерек и до утренней зари, над горизонтом медленно проплывают не только «чисто зимние», но и «осенние» (ранним вечером) и «весенние» (под утро) и даже частично «летние» созвездия. Поэтому договоримся рассматривать вид звездного неба для определенных дней года и моментов суток. Так,

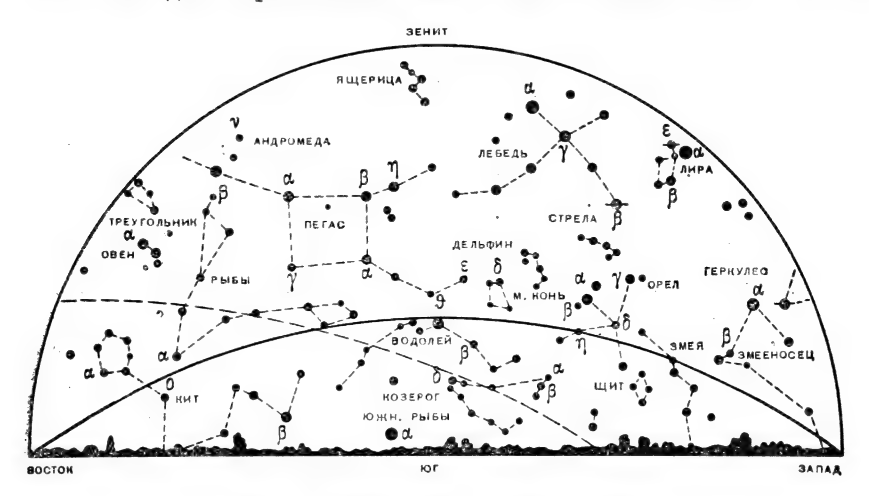



Рис. 39. Южная часть осеннего неба.

например, под «осенним» звездным небом мы будем понимать ту панораму созвездий, которую увидит наблюдатель 15 октября в 22 часа по времени места наблюдения. Для «зимнего» неба удобен момент 15 января в 22 часа, а для «весеннего» — 15 апреля в 22 часа. Только для «летнего» неба из-за «белых» ночей сделаем исключение — рассмотрим звездное небо не в 22, а в 23 часа 15 июля. После этого совершенно необходимого уточнения окинем общим взглядом типичное осеннее звездное небо (рис. 39; см. также Приложение VI).

В южной половине небосвода, примерно над точкой юга, на полпути от горизонта виден огромный квадрат из четырех почти одинаковой яркости звезд. От его левого верхнего угла отходит к востоку и немного вверх цепочка из трех звезд. В целом это семизвездие напоминает ковш Малой Медведицы, только гораздо больших размеров. Огромный квадрат (без левого верхнего угла) — главная часть созвездия Пегаса. Рукоятка ковша — наиболее яркие из звезд созвездия Андромеды.

На продолжении этой рукоятки видна еще одна звезда такой же яркости, как и главные звезды Андромеды. Это — главная звезда $\alpha$ созвездия Персея, а само это созвездие характерно треугольником, который образуют звезды $\alpha$, $\beta$ и $\delta$.

Под цепочкой главных звезд Андромеды в юго-восточной части неба виднеются две почти одинаковой яркости звезды, «возглавляющие» созвездие Овна. Пегас, Андромеда, Персей и Овен — наиболее заметные созвездия осеннего неба. Остальные созвездия придется отыскивать, отправляясь от этих главных созвездий.

Между Андромедой и Овном размещается маленькое созвездие Треугольника. Сам треугольник, образованный звездами $\alpha$, $\beta$ и $\gamma$, малоприметен, да и к тому же на небе можно мысленно построить множество разных треугольников, сочетая различные тройки звезд.

Еще менее выразительно созвездие Ящерицы — группа слабых звездочек, окаймленная границами созвездий Пегаса, Андромеды, Кассиопеи, Цефея и Лебедя. Правее Овна расположено большое созвездие Рыб, также не содержащее ярких звезд. Под Овном и Рыбами значительный участок неба занят созвездием Кита, в котором даже при очень большом воображении нельзя заметить каких-либо контуров этого исполинского животного.

Происхождение названий осенних созвездий различно. В Пегасе, Андромеде и Персее читатель, конечно, уже узнал героев знакомого ему мифического повествования. Столь же древни созвездия Треугольника, Овна, Рыб и Кита. Первое не имеет большего значения, чем то, которое отражено в его наименовании. То же можно сказать и про созвездие Овна, изображаемого на старинных звездных картах в виде барана или агнца (овен — по-латински «баран», а «агнец» — старославянское название ягненка). Странно выглядит на тех же картах созвездие Рыб — две рыбы, связанные за хвосты широкой лентой. По одному из преданий, когда в древности в начале весны Солнце вступало в это созвездие, начинался период дождей и наводнений — отсюда и повод для малообоснованного названия. Неясно и происхождение созвездия Кита. Наиболее популярна легенда, что в этой области звездного неба фантазией древних греков увековечено то самое морское чудовище, которое чуть было не поглотило бедную Андромеду.

Созвездие Ящерицы — создание безудержной фантазии или, лучше сказать, произвола уже знакомого нам гданьского астронома Гевелия. В 1690 г. группу слабеньких звездочек в этом участке неба Гевелий назвал созвездием Ящерицы. Мотив? Да просто потому, что здесь осталось место только для маленького животного, а звездочки можно посчитать мелкими блестками на чешуе изящного пресмыкающегося.

## Пегас

Как и во многих других созвездиях, в Пегасе звезда $\alpha$ не самая яркая. Она немного уступает в блеске звезде $\varepsilon$, которая является ярчайшей звездой этого созвездия (звездная величина первой $2^m,5$, второй — $2^m,4$). Правее и чуть выше этой звезды находится главная достопримечательность созвездия Пегаса — яркое шаровое звездное скопление. В бинокль видно круглое светящееся туманное пятнышко, но в большой школьный рефрактор в темную и прозрачную звездную ночь здесь можно рассмотреть интересные подробности. Пятнышко совсем круглое, но поверхностная яркость в разных его частях неодинакова. Сердцевина пятнышка наиболее ярка, а к краям по всем направлениям яркость постепенно падает. Если у вас хорошее зрение и есть некоторый опыт в астрономических наблюдениях, вы, вероятно, заметите, что края пятнышка искрятся, как огоньки далекого города. При таких наблюдениях «на пределе видимости» попробуйте воспользоваться эффектом «бокового зрения».

В крупные телескопы шаровое звездное скопление в созвездии Пегаса легко разделяется на отдельные звезды. Сказанное, правда, относится только к краям скопления, а в его центральных областях звезд так много и они так густо распределены в пространстве, что глаз земного наблюдателя здесь видит лишь сплошное сияние.

Шаровое скопление М 15 (или NGC 7078) — одно из наиболее далеких. Расстояние до него около 27 000 световых лет. На лучших из фотоснимков шаровое скопление в Пегасе имеет угловой поперечник в 15 минут дуги, то есть в половину лунного диска! Отсюда легко вычислить, что действительный диаметр этого космического образования близок к 118 световым годам. Внутри сферы с этим диаметром, как показывают исследования, заключено около шести миллионов солнц! Если где-то в центре скопления есть обитаемые планеты, их звездное небо совсем не похоже на наше. Десятки тысяч звезд, по яркости превосходящих Венеру, повсюду густо усеивают небосвод, создавая изумительную по красоте панораму!

Удивительные образования эти шаровые звездные скопления или, лучше сказать, «шары из звезд»! Какие-то не известные нам пока силы сформировали здесь из «дозвездной» материи огромную звездную систему, нечто промежуточное между двойными и кратными звездами, с одной стороны, и исполинскими галактиками, с другой.

Население шаровых звездных скоплений очень своеобразно. Тут преобладают звезды-гиганты, среди которых, правда, нет особенно горячих и сверхгигантских экземпляров. Выделяются холодные красноватые гиганты с температурой поверхности от 2000 до 4000°. В шаровых скоплениях много переменных звезд, главным образом цефеид.

Хотя шаровое скопление в Пегасе кажется, как большинство космических объектов, статичным, неподвижным, на самом деле это не так. Прежде всего само скопление в целом движется в пространстве, причем, как показывает его спектр, оно приближается к нам со скоростью 114 км/с. Кроме того, каждая звезда скопления описывает вокруг его центра замысловатую кривую, определение характера которой составляет одну из очень сложных задач современной небесной механики. Наконец, некоторые шаровые скопления чуть сплюснуты — верный признак осевого вращения всего «шара из звезд».

Шаровые звездные скопления — одни из самых древних объектов нашей Галактики. Устойчивость их весьма велика, и они могут существовать, не распадаясь, миллионы лет!

Правый верхний угол «квадрата» Пегаса, звезда β, очень любопытна. Совсем недавно в каталогах переменных звезд она числилась переменной звездой неизвестного типа. Сейчас в этот вопрос внесена полная ясность. Красный гигант β Пегаса оказался *неправильной* переменной звездой, меняющей блеск в пределах от $2^m,4$ до $2^m,8$. Вот вам еще один тип звездной переменности — самый пожалуй, сложный, так как никаких закономерностей в изменениях блеска в этом случае уловить не удается. Возможно, что в звездах такого типа (красных неправильных переменных) небольшие колебания температуры поверхности вызывают заметные изменения прозрачности их атмосфер. В этих относительно холодных атмосферах есть облака из окиси титана, оптические свойства которых (прозрачность) очень чувствительны даже к небольшим колебаниям температуры. Впрочем, это только гипотеза, может быть, и далекая от реальности.

## Андромеда

Арабский астроном Аль-Суфи, живший в X в. н. э., описывает «маленькое небесное облачко», легко различимое в темные ночи вблизи звезды ν созвездия Андромеды. В Европе на него обратили внимание только в начале XVII в. Современник Галилея и его соратник в первых телескопических наблюдениях неба астроном Симон Мариус в декабре 1612 г. впервые направил телескоп на эту странную небесную туманность. «Яркость ее,— пишет Мариус,— возрастает по мере приближения к середине. Она походит на зажженную свечу, если на нее смотреть сквозь прозрачную роговую пластинку».

Несколько десятилетий спустя туманность Андромеды изучал Эдмунд Галлей, друг и ученик великого Ньютона. По его мнению, небольшие туманные пятна «не что иное, как свет, приходящий из неизмеримого пространства, находящегося в странах эфира и наполненного средою разлитой и самосветящейся». Другие религиозно настроенные астрономы, как, например, Дер-

хем, уверяли, что в этом месте «небесная хрустальная твердь» несколько тоньше обычного и потому отсюда на грешную землю изливается «неизреченный свет» царствия небесного.

Вопрос об истинной природе туманности Андромеды не был решен и в XIX в. Никто, конечно, уже не говорил о просвечивании «тверди небесной», но зато шли оживленные споры о том, состоит ли туманность из светящихся газов или из звезд, находится ли она за пределами нашей звездной системы, или из этой туманности в космических окрестностях Солнца рождается новая планетная система.

Как и всегда в подобных случаях, спор был решен лишь тогда, когда появились новые достаточно мощные средства исследования. В 1924 г. Эдвин Хаббл, известный американский астроном, на фотоснимках, полученных с помощью 2,5-метрового рефлектора обсерватории Маунт Вилсон, впервые «разрешил» (то есть разделил) туманность Андромеды на отдельные звезды. Впервые глазам исследователя предстала величественная звездная система с миллиардами солнц, возможно, с миллионами обитаемых планет, короче говоря, соседняя галактика.

Разделение туманности Андромеды на отдельные звезды решило вопрос и об удаленности от Земли. Что нельзя было сделать для туманности в целом, то оказалось сравнительно легким делом для отдельных составляющих ее звезд. Используя физические свойства некоторых из них, удалось уверенно показать, что туманность Андромеды находится не внутри нашей Галактики, а далеко за ее пределами, на расстоянии (по современным данным) 520 кпс. Так было положено начало *внегалактической астрономии* — одной из наиболее бурно развивающихся ныне отраслей науки о небе.

Туманность Андромеды — единственная галактика северного полушария неба, видимая невооруженным глазом. Ее звездная величина $4^m,3$. В темные ночи эта «туманная звезда» видна совершенно отчетливо, и для того, чтобы отыскать ее на небе, исключительная зоркость вовсе не обязательна.

Глазу туманность представляется маленьким овальным светящимся пятнышком с наибольшим поперечником около $^1/_4$ градуса (15′). Но это далеко не вся туманность, а только центральная, самая яркая ее часть. На хороших фотографиях туманность Андромеды гораздо крупнее — ее длина близка к 160′, а ширина — к 40′ (рис. 40). Иначе говоря, на таких снимках по площади туманность почти в 7 раз больше площади лунного диска! Но и это опять еще не вся туманность. Микрофотометр — прибор для измерения почернений на негативах астрономических объектов — улавливает воздействие света на эмульсию даже там, где глаз ничего не видит. В применении к негативам туманности Андромеды он «расширил» изображение этого уникального объекта до «астрономических» масштабов — 270′ (или 4°,5) в длину и 240′ (4°) в ширину! Значит, на самом деле туманность Андро-

меды занимает на небе площадь в 14 квадратных градусов, т. е. в 70 раз больше полной Луны! Будь наши глаза столь же чувствительными, как микрофотометры, туманность Андромеды показалась бы на небе величиной с треть ковша Большой Медведицы!



Рис. 40. Туманность Андромеды.

Постепенное «схождение на нет», размазанность краев — свойство всех галактик. Оно заставляет думать, что межгалактическое пространство вовсе не пусто, а наполнено разреженнейшей средой — межгалактической плазмой. Вообще естественнее думать, что галактики представляют собой уплотнения в той

всеобъемлющей всепроникающей материальной среде, которая сплошь заполняет наблюдаемую нами часть Вселенной.

Обратите внимание и на другой факт. Если глазу туманность Андромеды представляется овальным пятном, то для микрофотометра она почти шарообразна. Это свойство туманности Андромеды роднит ее и с нашей Галактикой, и с другими спиральными звездными системами. Их плоская чечевицеобразная форма — только обманчивая видимость. Точнее, плоский диск образует лишь главная часть звезд Галактики. Значительная же их доля составляет шарообразную «вуаль», весьма прозрачный «шар», включающий в себя и экваториальную «чечевицу».

Из всех известных нам галактик туманность Андромеды изучена лучше других. Мы знаем такие подробности о строении этого «звездного острова», которые известны, вероятно, далеко не всем его разумным обитателям.

Туманность Андромеды — исполинская звездная спираль с поперечником в 50 кпс, спираль, которую мы видим не плашмя и не «с ребра», а, так сказать, вполоборота. Примерно так же выглядит оттуда, из туманности Андромеды, наша Галактика, наш Млечный путь.

Сходство двух галактик большое. Из огромных центральных шарообразных сгущений преимущественно желтых карликовых звезд — ядер галактик — выходят исполинские спиралеобразные звездные ветви. На великолепных недавно полученных цветных фотографиях туманности Андромеды, в отличие от желтоватого центрального ядра, ее ветви выглядят голубоватыми. Так и должно быть — в ядре в основном сосредоточены желтые звезды типа нашего Солнца, а зато силуэт, очертания спиральных ветвей создаются горячими голубовато-белыми звездами-гигантами.

В туманности Андромеды вспыхивают новые звезды, периодически «подмигивают» многочисленные цефеиды, несомненно, есть и другие знакомые нам классы переменных звезд. В 1885 г. там даже вспыхнула сверхновая звезда, на короткий срок сиявшая почти столь же ярко, как миллиарды звезд этой галактики!

Внутри туманности Андромеды и вокруг нее найдено около 170 шаровых звездных скоплений, очень похожих на принадлежащие нашей Галактике аналогичные объекты. Есть в соседней галактике и рассеянные звездные скопления, и газовые туманности, и облака мельчайшей твердой космической пыли. Последними вызваны многочисленные темные «провалы» на общем светящемся звездном фоне, хорошо различимые на фотоснимках туманности Андромеды.

Как и в нашей звездной системе, звезды туманности Андромеды обращаются вокруг ее ядра. Когда говорят о вращении подобной галактики, не следует понимать этот термин чересчур упрощенно. Галактики, подобные туманности Андромеды, не вращаются как единое целое, например, как патефонная пластинка. Однако нельзя движение звезд полностью уподоблять и дви-

жению планет Солнечной системы. Действительность находится между этими двумя крайностями — вращением твердого тела и «кеплеровским» обращением планет. В Галактике угловая скорость вращения убывает с увеличением расстояния от центра, но медленнее, чем по законам Кеплера. Такова лишь общая картина вращения спиральных галактик. Детали же ее очень сложны и до конца не выяснены.

Возможно, что вокруг некоторых звезд туманности Андромеды обращаются населенные разумными существами планеты,— в этом, в частности, нас убеждает обилие в ней звезд типа нашего Солнца. Если там существуют очаги цивилизаций, то, вероятно, они сосредоточены в ядре туманности, состоящем из солнцеподобных звезд. Средние расстояния между отдельными звездами здесь гораздо меньше, чем в ветвях, и это облегчает связь цивилизаций. Кто знает, быть может, разумные обитатели ядра туманности Андромеды давно уже создали то Великое кольцо космического содружества, о котором так ярко рассказал в «Туманности Андромеды» наш известный писатель и ученый И. А. Ефремов?

Туманность Андромеды окружена свитой из четырех гораздо меньших звездных систем. Главная из них, эллиптическая галактика М 32, была открыта еще в XVIII в. Она видна в большой школьный рефрактор. Ее поперечник близок к 0,8 кпс, а население состоит примерно из миллиарда звезд. Столь же малочисленно население и другой карликовой галактики NGC 205, хотя по размерам она вдвое больше первой. Похожи на них и остальные два спутника, открытые только в 1944 г. Рядом с этими крошечными звездными системами туманность Андромеды и наш Млечный Путь просто исполины. Впрочем, это обстоятельство не может служить основанием для самодовольства, так как количество уже известных нам гигантских галактик исчисляется многими миллионами.

По некоторым недавним оценкам расстояние до М 31 на самом деле больше, чем думали до сих пор, и составляет 690 000 пс. Если это так, то туманность Андромеды — величайшая из известных нам галактик. Ее поперечник близок к 90 кпс, что втрое больше диаметра нашей галактики!

Еще Хаббл заметил внутри огромного, шаровидного центрального ядра туманности Андромеды маленькое ядрышко, или *керн*. Выглядит керн как красноватая звездочка $13^m,2$. По существу же керн М 31 похож на исполинское и очень плотное шаровое звездное скопление диаметром 14 св. лет и массой, в несколько сотен раз превосходящей массу Солнца. Керн вращается вокруг оси, завершая полный оборот примерно за 300 000 лет. Любопытно, что керном обладает и один из главных спутников М 31 — галактика NGC 205. Есть керн и в другом спутнике туманности Андромеды — галактике М 32.

По-видимому, керны — неотъемлемая деталь структуры многих звездных систем. В нашей Галактике также нашли керн диа-

метром около трех световых лет, в центре которого есть еще одно самое маленькое ядрышко, выглядящее как очень яркий точечный звездообразный объект.

Природа кернов неясна. Возможно, что именно они служат главным источником активности ядер галактики. У нашей Галактики эта активность слабая: из ее ядра вытекают облака водорода со скоростью около 150 км/с, но в небольшом количестве (примерно одна масса Солнца за год!). В галактиках Сейферта и других пекулярных звездных системах активность ядер (а может быть, именно кернов?) несравненно выше.

В созвездии Андромеды есть еще один замечательный объект — тройная звезда $\gamma$, названная арабскими астрономами именем Аламак. Главная, желтая с оранжевым оттенком звезда $2^m$ имеет на расстоянии $10''$ спутник $5^m$. Спутник — горячая голубоватая звезда — в свою очередь состоит из двух звезд, разделенных расстоянием в $0'',3$. Эта пара, несомненно, физически взаимосвязана — в ней давно уже обнаружено орбитальное движение с периодом в 56 лет. Разделить ее в школьные телескопы не удастся, но зато первая пара рекомендуется как красивая двойная звезда с резко выраженными (и, конечно, усиленными физиологическими эффектами) различиями в цвете компонентов. Весьма возможно, что и эта пара — физическая, но заметить орбитальное движение пока не удалось.

Звезда Аламак и ее двойной спутник весьма далеки от Земли. Нас разделяет 125 пс.

Интересна звезда о Андромеды. Это — переменная неизвестного типа, меняющая блеск в пределах от $3^m,5$ до $4^m,0$. Судя по спектру, о Андромеды состоит из двух горячих звезд, кружащихся вокруг общего центра масс с периодом, близким к полутора суткам.

## Персей

На старинных звездных картах Персей изображен в воинственной позе. В правой руке он держит высоко занесенный меч, а в левой — страшную голову Медузы. Наблюдая небо, арабы в средние века заметили, что один глаз Медузы застыл и неподвижен, а второй... время от времени подмигивает! Пораженные, они назвали мигающий глаз Медузы (он же — звезда $\beta$ созвездия Персея) «дьяволом» или по-арабски «Алголем».

В Европе на переменность Алголя впервые обратил внимание еще в 1667 г. итальянский астроном и математик Монтанари. Ему, правда, не удалось выяснить закономерности изменения блеска Алголя. Сделал это уже известный нам Джон Гудрайк. С 1782 по 1783 г. он каждую ясную ночь оценивал блеск Алголя, и ему удалось установить строгую периодичность в «подмигивании» глаза Медузы.

На протяжении двух с половиной суток Алголь сохраняет неизменным свой блеск звезды $2^m,2$. Но потом в продолжение почти девяти часов блеск его вначале уменьшается до $3^m,5$, а затем снова возрастает до прежнего значения. Промежуток времени между двумя последовательными минимумами блеска этой переменной близок к 2 суткам 21 часу (по современным данным, период Алголя равен 2 суткам 20 часам 49 минутам 02,50 секунды).

Гудрайк этим не ограничился. Он дал совершенно правильное объяснение переменности Алголя: «Если бы не было еще слишком рано,— пишет он,— высказывать соображения о причинах переменности, я мог бы предположить существование большого тела, вращающегося вокруг Алголя...».

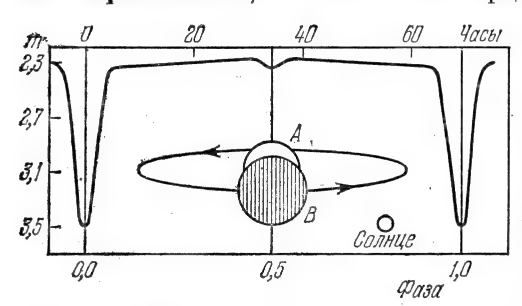


Рис. 41. Схема изменения блеска Алголя.

Около двухсот лет гениальная догадка Гудрайка оставалась лишь гипотезой. Но в 1889 г. в спектре Алголя были замечены периодические смещения спектральных линий, причем период этих смещений в точности равен периоду изменения блеска. Тем самым было окончательно доказано, что Алголь — спектрально-двойная звезда, а колебания блеска вызваны периодическим затмением спутником главной звезды.

Алголь — первая затменно-переменная звезда, обнаруженная человеком. Сейчас такого типа звезд известно более четырех тысяч. Вполне естественно, что из них лучше других изучен Алголь. Мы знаем об этой звезде много любопытного.

На рис. 41 представлена кривая изменения блеска «дьявольской» звезды. Для непосвященного в тонкости астрономических исследований она мало о чем расскажет. Астроному же она представляется необычайно красноречивой.

Вы, например, замечаете, что между двумя главными минимумами «глубиной» в $1^m,27$, есть гораздо более мелкий вторичный минимум. Для глаза он неощутим (его «глубина» всего $0^m,06$), но современными методами астрофотометрии вторичный минимум и обнаружен, и промерен. Но если он есть, значит, спутник Алголя не совсем темный, а светящийся лишь менее ярко, чем главная звезда. Тогда на кривой изменения блеска отразятся оба затмения: и когда главная звезда закрыта частично спутником (главный минимум), и когда сам спутник заходит за главную звезду (вторичный минимум). И в том, и в другом случаях, правда, в разной степени, общий блеск системы уменьшается.

Всмотритесь внимательнее в рис. 41. От главного до вторичного минимума и обратно блеск Алголя несколько меняется:

кривая блеска сначала идет вверх, а потом, после вторичного минимума,— вниз. Этот тонкий эффект называется «эффектом фазы». Да, аналогия с фазами Луны или, еще полнее, с фазами внутренних планет здесь налицо. Главная звезда освещает более темный спутник, и на нем (несмотря на его свечение!) возникают непрерывно меняющиеся фазы. Из-за этого, строго говоря, непрерывно меняется и блеск Алголя.

Ограниченные рамки этой книги не позволяют нам остановиться на других тонких эффектах, отражающихся в кривой изменения блеска затменных переменных*). Заметим лишь, что для звезд типа Алголя удается определить не только орбиты компонентов, но и их размеры, массу, плотность и многие другие свойства. Вот, например, только некоторые подробности об Алголе: главная звезда — голубовато-белый гигант с температурой поверхности около 15 000°. Ее поперечник равен 5 800 000 км (у Солнца — 1 391 000 км). Спутник несколько меньше (диаметр около 4 млн. км) и холоднее. Но это — самая настоящая желтоватая звезда с температурой поверхности около 7000°, что на 1000° горячее температуры поверхности нашего Солнца. Неправда ли, поразительно, что на такой ослепительной поверхности проявляется «эффект фазы»?

Обратите внимание и на другой факт: разница температур в несколько тысяч градусов вполне достаточна для создания такого «эффекта затмения», который легко обнаруживается даже глазом, без каких-либо дополнительных фотометрических приборов.

Расстояние между центром Алголя и его более холодного спутника составляет почти 10 400 000 км (для сравнения напомним читателю, что радиус орбиты Меркурия близок к 58 млн. км). Орбита спутника относительно главной звезды и компоненты системы (сравнительно с Солнцем) изображены на рис. 41.

С помощью обобщенного закона Кеплера вычислены массы обеих звезд. Спутник имеет такую же массу, как Солнце, а главная звезда — в 4,6 раза массивнее. И та и другая звезда весьма разрежены. Средние плотности Алголя и его спутника (по отношению к средней плотности Солнца, принятой за единицу) равны соответственно 0,07 и 0,04.

Давно уже было подмечено, что период изменения блеска Алголя непостоянен. Меняется он хотя и в небольших пределах, но довольно сложным образом. Только недавно установлена причина этого явления: оказывается, удивительная «дьявольская» звезда не двойная, а тройная! У Алголя есть еще один, более далекий спутник, завершающий оборот вокруг главной звезды за 1,87 земного года. Плоскость его орбиты расположена так, что

---

*) Подробнее см. в кн.: Паренаго П. П. и Кукаркин Б. В. Переменные звезды и их наблюдения.— М.: Гостехиздат, 1948 и Цесевич В. П. Переменные звезды и их наблюдение.— М.: Наука, 1980.

затмений он не вызывает. Но в движении Алголя и его первого спутника второй спутник вызывает возмущения, которые и сказываются в колебаниях периода. Вот как необычен подмигивающий глаз Медузы — спектрально-тройная и затменно-переменная звезда Алголь, расстояние от Солнца до которой составляет 32 пс.

Из ярких переменных созвездия Персея упомянем еще звезду ρ. Эта красная холодная звезда — полуправильная переменная.

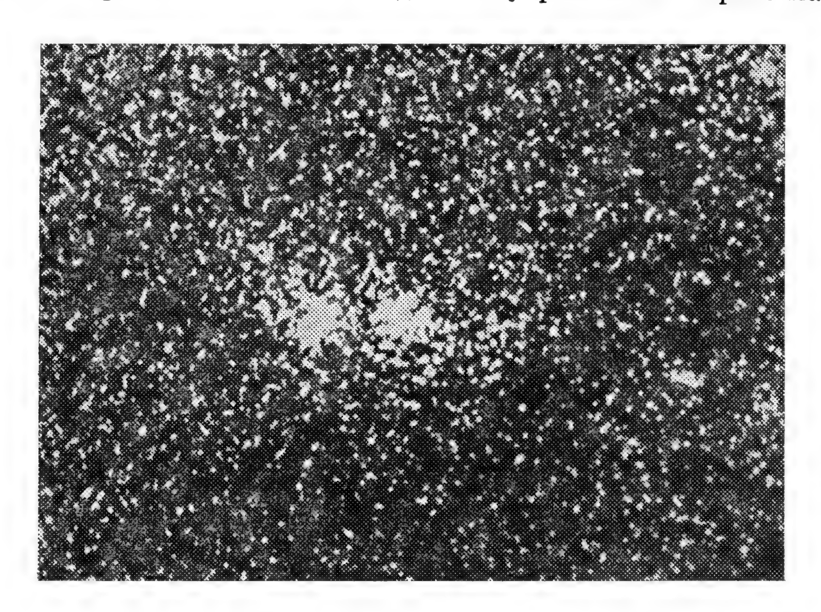


Рис. 42. Рассеянные звездные скопления χ и h Персея.

Блеск ее колеблется в пределах от $3^m,2$ до $3^m,8$. Довольно четко намечается период в 33—35 суток, на который, быть может, накладываются долгопериодические колебания блеска с периодом около 1100 дней.

На полпути между звездами α Персея и δ Кассиопеи находится одно из красивейших рассеянных звездных скоплений. Глаз здесь видит продолговатое, неправильных очертаний светлое пятнышко. Направьте сюда телескоп и при малом увеличении вы увидите изумительный по красоте рой звезд. Сотни искрящихся точек беспорядочно усеивают поле зрения телескопа. Сразу видно, что скопление двойное, в нем есть два центра сгущения звезд. Поэтому оно и обозначается двумя буквами: χ и h Персея (рис. 42).

Хотя оба скопления кажутся одинаково удаленными от Земли, на самом деле это не так. До скопления h 1900 пс, до скопления χ 2000 пс. Линейные поперечники их почти одинаковы:

у h 17 пс, у χ — 14 пс. Из ярких рассеянных звездных скоплений эти два — самые многочисленные. В скопление h входит около 300 звезд, в скопление χ — около 200. Как уже отмечалось, звездные скопления представляют собой не случайно встретившиеся в ограниченной области пространства группы звезд (вероятность подобного события близка к нулю), а сообщество объектов, образовавшихся совместно из каких-то дозвездных форм материи.

Известный советский астроном акад. В. А. Амбарцумян еще в 1947 г. доказал, что некоторые из звездных групп, так называемые *звездные ассоциации* *), имеют в космических масштабах очень малый возраст, то есть, иначе говоря, что процесс звездообразования продолжается и в настоящую эпоху.

Замечательно, что как раз скопления χ и h Персея являются центральной частью, своеобразным «ядром» одной из наиболее известных звездных ассоциаций. В космических окрестностях этих скоплений на расстояниях, доходящих до десятка диаметров каждого из них, открыто сравнительно много (75) сверхгигантских горячих звезд. Такие звезды вообще редкость, а объединение их в сравнительно небольшом объеме пространства никак не может считаться игрой случая. Случайная встреча 75 звезд в этом месте нашего звездного города с его населением в 150 миллиардов солнц столь же невероятна, как случайная одновременная встреча 75 знакомых на улицах Москвы или другого подобного города.

Значит, ассоциация в Персее (как и другие звездные ассоциации) — это группа совместно образовавшихся звезд. Если ассоциация состоит в основном из сверхгигантских очень горячих звезд, она называется О-ассоциацией. Для О-ассоциаций характерно, что в своем составе они имеют одно или несколько «ядер», причем роль последних часто исполняют рассеянные звездные скопления из горячих звезд. Как раз такими «горячими» скоплениями и являются χ и h Персея. В Персее есть еще одна О-ассоциация, группирующаяся вокруг сверхгигантской горячей звезды ζ. В состав ассоциации входит и сама эта звезда, и небольшое рассеянное звездное скопление, расположенное вблизи этой звезды.

Вторая О-ассоциация в Персее, или Персей II, как ее условно обозначают, малочисленнее первой. В нее входят всего 12 звезд, в том числе и очень горячая белая звезда ξ (температура ее поверхности близка к 30 000°). Из звездных ассоциаций — это самая близкая. Расстояние до нее всего 290 пс. Размеры (в картинной плоскости) 50 пс × 30 пс.

---

*) Звездными ассоциациями называются группы относительно близко (10—100 пс) расположенных звезд одного и того же сравнительно редкого типа.

В 1953 г. голландский астроном Блаау открыл, что звезды, составляющие ассоциацию Персей II, разбегаются во все стороны от ее центральной части. Посмотрите на рис. 43. Здесь показана ассоциация Персей II. Направление движений звезд указано стрелками, а длина этих стрелок соответствует пути, который пройдут эти звёзды на небе за ближайшие 500 000 лет.

По оценке Блаау, средняя скорость расширения ассоциации Персей II близка к 12 км/с. Но тогда нетрудно подсчитать, что

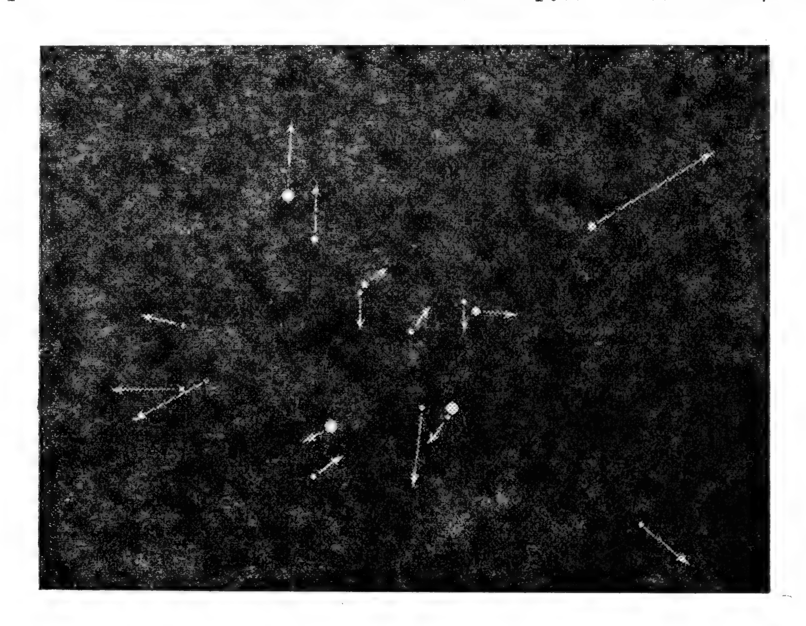


Рис. 43. Звездная ассоциация Персей II.

1,3 миллиона лет назад звезды ассоциации были сосредоточены в очень малом, практически в «точечном» объеме пространства. Иначе говоря, ассоциация Персей II возникла примерно 1,3 миллиона лет назад. Для звезд это срок очень малый. Если считать, что продолжительность жизни звезд измеряется десятками миллиардов лет, то звезды ассоциации Персей II — буквально новорожденные младенцы. В масштабе средней продолжительности человеческой жизни (70 лет) возраст звезд ассоциации соответствует возрасту однодневного младенца!

Направьте бинокль на этот участок неба, посмотрите на эти недавно возникшие звезды! Мы не видим ни в один телескоп тех тел, которые могли бы считаться «родителями» звездных ассоциаций. Акад. В. А. Амбарцумян приводит серьезные аргументы в пользу того, что эти пока неведомые и не наблюдаемые нами «дозвездные тела» при малых размерах должны обладать колос-

сальными запасами энергии и чудовищной плотностью. По некоторым расчетам кусочек «дозвездного вещества» объемом с булавочную головку должен иметь массу в сотни тысяч тонн! Вот какие необычные объекты, быть может, таит в себе созвездие Персея *).

## Овен

Созвездие Овна бедно интересными объектами. Но и здесь есть нечто, безусловно, заслуживающее внимания.

Для созвездия Овна характерна тройка звезд $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, выделяющаяся на окружающем, бедном яркими звездами фоне. Звезда $\gamma$ — физическая двойная звезда. Обе составляющие похожи друг на друга. Это — горячие бело-голубые звезды с температурой поверхности около 11 000°. Угловое расстояние между ними равно 8″, и потому эта пара — легкий объект даже для школьных телескопов.

Примечательно, что $\gamma$ Овна — первая обнаруженная в телескоп двойная звезда. Открыл ее двойственность еще в 1664 г. знаменитый физик Роберт Гук. Любопытна его запись по этому поводу: «Я заметил, что она состоит из двух маленьких звезд, очень близких между собою. Подобного явления я ни разу еще не замечал на всем небе».

Интересна также двойная звезда $\lambda$ Овна, состоящая из звезд $5^m$ и $7^m$, разделенных промежутком в 38″. С 1781 г., когда впервые было измерено взаимное расположение этих звезд, они остаются неподвижными одна относительно другой. Но обе они летят в пространстве в одном направлении и с одной скоростью, что вряд ли является простым совпадением. В таких случаях принято считать, что орбитальное движение звезд незаметно из-за колоссальной продолжительности периода обращения.

## Треугольник

В этом маленьком созвездии, насчитывающем всего 15 видимых невооруженным глазом звезд, видна одна из самых близких к нам и наиболее изученных галактик (М 33). Искать ее нужно правее $\alpha$ Треугольника в направлении почти к $\beta$ Андромеды — звезде Мирах (рис. 44).

Предупреждаем читателя, что галактику М 33 увидеть нелегко. Хотя после туманности Андромеды это самая яркая галактика (ее суммарный «интегральный» блеск равен блеску звезды $6^m$,2), поверхностная яркость М 33 мала и наблюдать ее стоит только в самые темные звездные ночи.

---

*) Подробнее см. в кн.: Проблемы современной космогонии.— М.: Наука, 1972.

В школьный телескоп вы увидите маленькое круглое светящееся пятнышко. Запомните, что в этот момент ваш глаз воспринял лучи, посланные этой далекой (хотя и соседней) звездной системой 2 300 000 лет назад!

На хороших фотографиях (рис. 45) галактика М 33 очень эффектна. Мы ее наблюдаем почти «плашмя», и нам хорошо

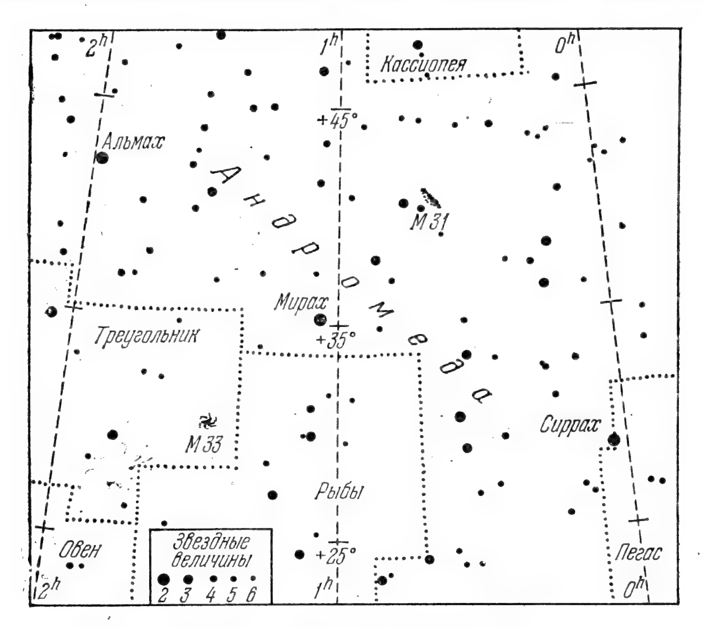



Рис. 44. Расположение на небе туманности М 33 в Треугольнике.

доступны для обозрения ее спиральные ветви. Они развиты гораздо полнее, чем в туманности Андромеды или у нашей Галактики. Соответственно меньший объем занимает и ядро М 33.

Галактика в Треугольнике по своему поперечнику почти втрое меньше туманности Андромеды. Она насчитывает в своем составе примерно в 100 раз меньшее количество звезд. Среди них открыто полсотни переменных, главным образом цефеид. Есть там газовые туманности, по спектру вполне напоминающие наши «галактические». В ядре, по-видимому, сосредоточены главным образом горячие звезды, что отличает М 33 от туманности Андромеды и нашего Млечного Пути.

Интеерсно, что на фотографиях, снятых с красным фильтром, галактика М 33 кажется «размазанной», совершенно потерявшей свою спиральную структуру. Это и не удивительно — спирали состоят из горячих звезд, излучающих «голубоватые» лучи с малой длиной волны, а сферический «ореол» вокруг спиральных галактик (в том числе и М 33) включает в себя множество крас-

ных гигантов. Они-то и создали сплошную вуаль на фотоснимках с красным фильтром, затушевав этим спиральный силуэт М 33.

В галактике М 33 много космической пыли, которая часто имеет облик темных «каналов». Эти «каналы» в некоторых районах М 33 (как и в М 31) распадаются на цепочки небольших

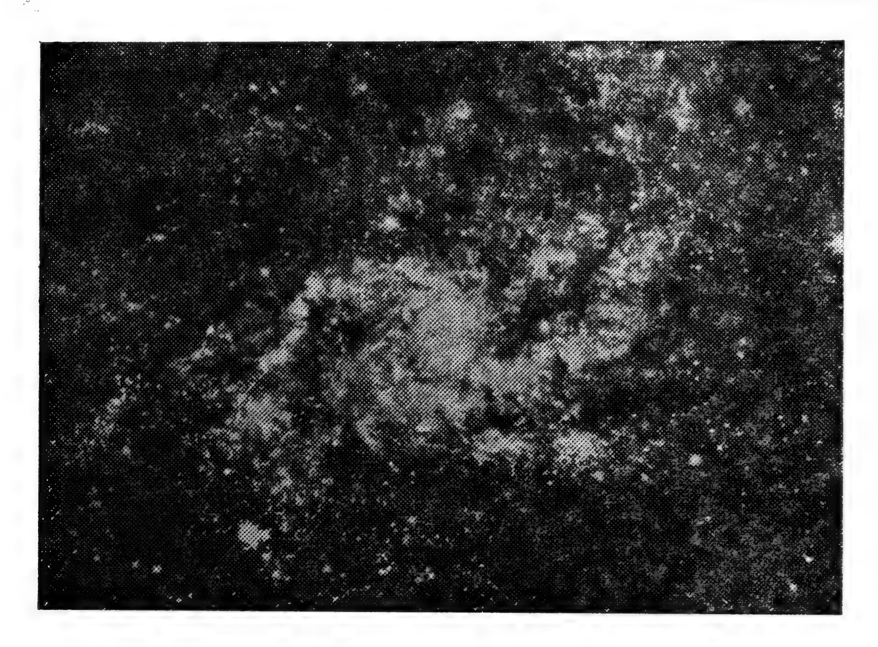


Рис. 45. Фотография галактики М 33.

шаровидных туманностей, причем многие сгущения сверхгигантских звезд и пыли имеют сходные формы и размеры. Невольно приходит на ум аналогия со скоплениями глобул, которые видны в нашей Галактике. Не происходит ли и в М 33 почти на наших глазах возникновение исполинских «протозвезд» при сгущении газово-пылевой материи?

Любопытно, что в центре М 33 (как и во многих других спиральных галактиках) найден керн диаметром 5″, что соответствует его линейному поперечнику 20 пс.

## Рыбы

Главная звезда $\alpha$ этого созвездия одновременно и его главная достопримечательность. В бинокль хорошо видно, что $\alpha$ Рыб — голубая горячая звезда с температурой поверхности около 10 000°. Ее блеск $4^m,3$. На расстоянии $2'',65$ от главной

звезды есть спутник — такая же горячая, но чуть меньших размеров звезда $5^m,2$. Разделить эту пару в большой школьный рефрактор трудно, но при благоприятных условиях наблюдение все же возможно.

Пара эта — физическая, причем период обращения звезд вокруг их общего центра масс равен 720 годам. С помощью спектрального анализа доказано, что каждый из компонентов в свою очередь является спектрально-двойной звездой. Здесь мы снова встречаемся с «четверной» или, лучше сказать, кратной звездой. Четыре солнца, физически взаимосвязанных друг с другом, разбившись на две пары, водят хоровод вокруг математической точки, называемой центром масс системы! И в этой далекой от нас группе из четырех солнц (расстояние до нее 40 пс) действуют те же законы небесной механики, что и в Солнечной системе.

## Кит

Созвездие Кита — одно из самых крупных на небосводе. Оно включает в себя ровно 100 звезд, доступных невооруженному глазу. Какая из них самая яркая? Вопрос, казалось бы, очень простой, но ответ на него не совсем обычен — «смотря когда». Да, в разные моменты времени поставленный вопрос допускает разные ответы. И секрет этого странного положения заключается в том, что самая яркая (иногда) звезда созвездия Кита одновременно является переменной звездой.

Впервые заметил это современник Галилея и один из лучших наблюдателей той эпохи Давид Фабрициус. Открытие произошло совершенно случайно. Утром 13 августа 1596 г. Фабрициус занимался наблюдениями Меркурия. Телескопов тогда еще не было, и Фабрициус собирался измерить угловое расстояние от планеты до звезды $3^m$ из созвездия Кита. Раньше он эту звезду никогда не видел, не нашел он ее и на звездных картах и на звездных глобусах того времени. Впрочем, и те и другие были неточны, и пропуск какой-нибудь не очень яркой звезды не являлся исключением.

Все же, будучи очень аккуратным наблюдателем, Фабрициус принялся следить за незнакомой звездой. К концу августа ее блеск возрос до $2^m$, но потом в сентябре звезда поблекла, а в середине октября и вовсе исчезла. В полной уверенности, что это — новая звезда, подобная той, которую наблюдал Тихо Браге в 1572 г., Фабрициус прекратил наблюдения. Каково же было удивление Фабрициуса, когда спустя тринадцать лет, в 1609 г., он снова увидел удивительную звезду!

К середине XVII в. было окончательно установлено, что загадочная звезда из созвездия Кита — переменная звезда с очень длинным периодом изменения блеска и большой амплитудой. Так была впервые в Европе открыта в полном смысле слова

переменная звезда, возглавившая собой особый класс *долгопериодических* переменных звезд. Еще Гевелий назвал необыкновенную звезду из созвездия Кита «Удивительной» или «Дивной» (по-латыни «Мира»). Можно с уверенностью сказать, что физические свойства Миры вполне оправдывают ее название.

Мира Кита (o Кита) меняет свой блеск в пределах от $3^m,4$ до $9^m,3$. Иначе говоря, в максимуме блеска она одна из самых ярких звезд созвездия, а в минимуме недоступна даже хорошему биноклю (рис. 46).

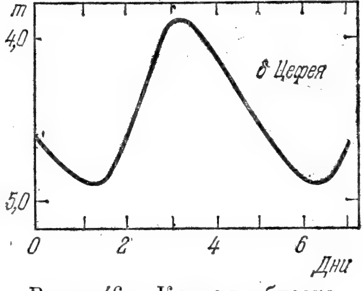



Рис. 46. Кривая блеска o Кита.

Оговоримся, что мы указали средние значения блеска Миры в моменты максимума и минимума. Иногда же Мира становится звездой $2^m,0$, то есть ярчайшей звездой созвездия Кита. Бывает и так, что в минимуме блеска она ослабевает до $10^m,1$. Не остается постоянным и период — лишь в среднем он равен 331,62 суток. От периода к периоду заметно меняется и форма кривой изменения блеска. Этой изменчивостью Мира и другие долгопериодические переменные отличаются от цефеид с их почти стабильными периодами и кривыми блеска.

Как Мира, так и все другие без исключения переменные того же типа — холодные красные гиганты с очень низкой температурой поверхности (около 2000°). Атмосферы их настолько холодны, что в спектрах долгопериодических переменных звезд в изобилии встречаются полосы поглощения различных химических соединений (в частности, окиси титана и циркония). Эти соединения весьма чувствительны даже к небольшим колебаниям температуры, которые сразу же сказываются в колебаниях интенсивности полос. Именно по этой причине колебания блеска долгопериодических переменных в видимых лучах имеют очень большую амплитуду, тогда как общее излучение звезды меняется в значительно меньших пределах.

В спектре Миры и ей подобных звезд в периоды максимума блеска появляются яркие линии излучения, принадлежащие водороду и некоторым металлам. В минимуме блеска они превращаются в линии поглощения. Долгопериодические переменные пульсируют, как и цефеиды,— об этом совершенно явно свидетельствуют периодические смещения линий в их спектрах.

Как можно объяснить переменность Миры и других звезд этого класса? Когда красные гиганты пульсируют, меняется и температура их поверхности, что сразу сказывается (этого нет у более горячих цефеид) на оптических свойствах атмосфер. При повышении температуры химические соединения разлагаются и атмосфера становится более прозрачной, с похолоданием

наступает обратное. Известная роль принадлежит и тем горячим водородным массам, которые в эпохи максимума блеска извергаются в атмосферу и дополнительно увеличивают яркость звезды (именно они и дают яркие «эмиссионные» линии в спектре). Таково наиболее правдоподобное объяснение удивительных изменений, регулярно происходящих с Мирой Кита. В 1919 г. заметили, что на спектр Миры накладывается второй спектр, принадлежащий какой-то очень горячей белой звезде. Четыре года спустя совсем рядом с Мирой, на расстоянии всего $0'',9$, был открыт спутник — горячая звезда $10^m$. Главную звезду он обходит, по-видимому, за несколько сотен лет. Есть подозрение, что этот спутник в свою очередь является переменной звездой неизвестного типа. Тесное, в буквальном смысле слова, содружество двух совершенно различных по физическим характеристикам звезд, к тому же переменных, весьма любопытно.

Можно только радоваться, что наше Солнце не принадлежит к классу долгопериодических переменных. Излучение Миры (в видимых лучах) меняется от максимума к минимуму в сотни раз! Если бы столь резко колебалось солнечное излучение, это сказалось бы самым губительным образом на органическом мире Земли. Вряд ли поэтому вокруг Миры и похожих на нее звезд вращаются обитаемые планеты.

В созвездии Кита найдите яркую звезду $3^m,5$, о которой можно утверждать, пожалуй, совершенно противоположное. Это τ Кита, получившая в последние годы широкую известность. Найти ее по звездной карте не трудно.

Тау Кита обладает очень быстрым собственным движением. За год на небосводе она смещается почти на $2''$. Это верный признак близости звезды к Земле. И действительно, τ Кита — одна из ближайших звезд. Расстояние до нее составляет всего 12 световых лет.

Тау Кита — желтая карликовая звезда, похожая на наше Солнце, только чуть меньше его и холоднее. Сходство, хотя и неполное, проявляется по многим характеристикам. Как и Солнце, она, по-видимому, медленно вращается вокруг своей оси (у Солнца этот период в среднем близок к месяцу). Между тем горячие звезды спектрального класса A и более «ранних» вращаются вокруг своих осей очень быстро, примерно в сотни раз быстрее Солнца. Начиная же со звезд спектрального класса F наблюдается резкий скачок в скорости вращения. Есть серьезные основания думать, что этот скачок вызван влиянием планет, обращающихся вокруг более холодных звезд. Эти планеты, как и в нашей Солнечной системе, взяли на себя львиную долю общего «запаса движения» (момента количества движения), и потому звезды, вокруг которых они обращаются, обладают очень медленным осевым вращением.

Вот по всем этим причинам и заподозрено, что τ Кита не только внешне похожа на Солнце, но, может быть, вокруг нее

кружатся обитаемые планеты! Подозрение это настолько серьезно, что одно время радиотелескопы американских астрономов внимательно «подслушивали» τ Кита, надеясь принять радиосигналы наших далеких «братьев по разуму». Пока космос безмолвствует, но кто может поручиться, что это безмерно дерзкое предприятие не завершится когда-нибудь блестящим, создающим совершенно новую эпоху открытием?

В созвездии Кита есть еще один примечательный объект — переменная звезда UV Кита, находящаяся недалеко от звезды α этого созвездия (рис. 47). Она возглавляет особую группу *вспыхивающих* звезд. Эта карликовая красная звездочка спектрального класса M5 иногда за очень короткий срок (несколько десятков секунд!) увеличивает свой блеск с 13-й (обычной) до 7-й звездной величины; после этого ее блеск медленно убывает. Возвращение звезды в обычное ее состояние занимает от 10—20 минут до нескольких часов. Сами же вспышки UV Кита повторяются в среднем через 20 часов. Найдите в бинокль или телескоп UV Кита и посмотрите, в каком состоянии она сейчас находится. А если удастся, проследите изменение ее блеска.

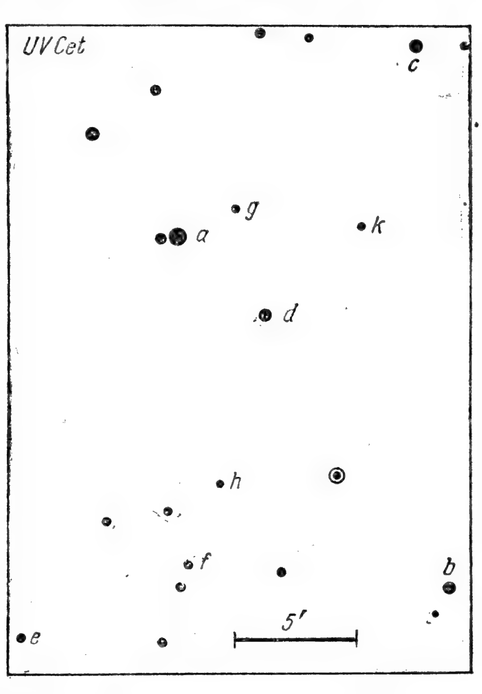


Рис. 47. Окрестности звезды UV Кита.

Звезд типа UV Кита в окрестностях Солнца известно уже около 80. Несколько сотен звезд этого типа найдено в соседних звездных скоплениях. Любопытно, что к звездам типа UV Кита принадлежит и ближайшая к нам звезда — Проксима Центавра.

За время вспышки звёзды типа UV Кита выделяют энергию порядка $10^{33}$ эрг. При этом они выбрасывают в окружающее пространство горячие (более 10 000°) облака газов. Видимо, такие вспышки имеют сходную природу с хромосферными вспышками на Солнце, отличаясь от них, правда, гораздо бо́льшими масштабами.

Академик В. А. Амбарцумян и его сторонники полагают, что вспышки звезд типа UV Кита связаны с выделением из их недр

сравнительно небольших порций «дозвездного вещества». Достоверных знаний в этом вопросе пока слишком мало для окончательных суждений. По ряду признаков звезды типа UV Кита, по-видимому, принадлежат к числу молодых звезд.

Одна из самых трудных проблем современного естествознания — проблема происхождения и эволюции космических тел. Из-за того что скорость света — величина ограниченная (300 000 км/с), Вселенную мы всегда видим в прошлом, причем в тем более отдаленном прошлом, чем дальше от нас находится объект. Для тел Солнечной системы этот эффект существенной роли, конечно, не играет. (Скажем, Солнце мы видим всегда таким, каким оно было 8 минут назад.) Но для далеких звездных систем «запаздывание» во времени оказывается настолько существенным (миллионы и миллиарды лет), что, продвигаясь вглубь Вселенной, мы одновременно проникаем и в ее отдаленное прошлое. Так, например, квазары представляют собой наверняка одни из самых древних объектов Вселенной. Если и в самом деле 15 миллиардов лет назад с Большого Взрыва началась история нашей Вселенной, то квазары, удаленные от нас на 10—12 миллиардов световых лет являют собой первичные формы космического вещества. Это «живое прошлое», конечно, несколько облегчает решение космогонических *) проблем, но тем не менее полной ясности в этих вопросах пока нет.

## Ящерица

Про это созвездие придется сказать немногое. Оно содержит лишь одну звезду ярче $4^m$ и всего 35 звезд, доступных невооруженному глазу.

Главная звезда $\alpha$ — голубой горячий гигант, удаленный от Земли на 28 пс. Ее никак нельзя назвать достопримечательностью, так как подобных ей звезд астрономы насчитывают множество. И все-таки о созвездии Ящерицы мне хочется сообщить читателю интересную подробность.

Летом 1936 г. я возвращался из Казахстана, где в составе экспедиции Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества наблюдал полное солнечное затмение. Еще в поезде мы узнали, что как раз в это время наш коллега по Обществу Сергей Норман открыл в созвездии Ящерицы новую звезду.

Я хорошо помню этого скромного высокого голубоглазого юношу, ученика одной из московских школ. Он был любителем астрономии и увлекался наблюдениями переменных звезд. Как и любой «переменщик», Норман отлично знал созвездия. И он

*) Космогония — раздел естествознания, изучающий происхождение и развитие космических тел.

сразу обратил внимание на яркую, незнакомую звезду, засиявшую в созвездии Ящерицы. К сожалению, Сергею Норману не удалось осуществить свою заветную мечту — стать специалистом астрономом (он вскоре погиб от тяжелой болезни), но имя его не забудется теми, кому дорога наука о небе.

Новая Ящерицы 1936 г. достигла блеска звезды $2^m,1$, то есть стала ярче звезд ковша Большой Медведицы. С тех пор более яркие новые звезды не вспыхивали. Достигнув максимума блеска, эта типичная новая звезда постепенно стала блекнуть и в конце концов достигла яркости звезды $15^m,3$. Теперь эту бывшую новую звезду можно наблюдать только в мощные современные телескопы. Вполне возможно, что через несколько веков она снова даст о себе знать новой вспышкой,— ведь типичные новые звезды (по-видимому, в отличие от сверхновых) могут вспыхивать неоднократно.

...Мне хотелось бы, чтобы рассказанная история возбудила у юных (а может быть, и не только у юных) читателей этой книги интерес к изучению переменных звезд. Ведь это как раз та область астрономии, где с малыми средствами (но при большом усердии и терпении) любитель астрономии может сделать серьезные научные открытия.

# СОЗВЕЗДИЯ ЗИМНЕГО НЕБА

Никогда, пожалуй, не бывает таким красивым звездное небо, как зимой. И секрет этой привлекательности не только в прозрачности морозных ясных ночей, их длительности и черноте, контрастирующей с белизной окружающего земного ландшафта. Зимнее звездное небо богато яркими звездами, выразительными созвездиями.

...Середина зимы, 15 февраля, 10 часов вечера. В южной части неба, немного левее небесного меридиана, сравнительно невысоко над горизонтом, выделяется исполинская фигура легендарного охотника Ориона. Его пояс отмечен тремя горячими белыми звездами ζ, ε и δ, а на правом плече сияет красноватая звезда Бетельгейзе. Хотя эта звезда обозначена буквой α, но не она, а яркая белая звезда Ригель, или β Ориона, является ярчайшей звездой созвездия (рис. 48).

На старинных звездных картах небесный охотник Орион окружен несколькими животными. Справа и сверху на него мчится

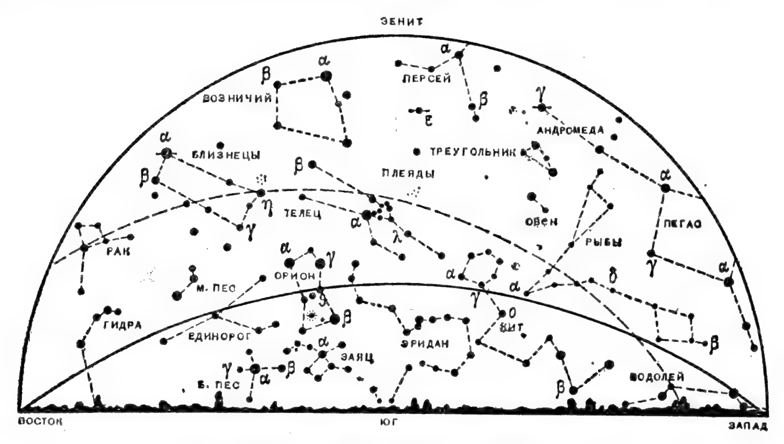



Рис. 48. Южная часть зимнего неба.

разъяренный бык, или Телец, один глаз которого отмечен звездой Альдебаран (α Тельца). Ориону не страшен Телец, он встречает разъяренного быка высоко занесенной дубинкой, палицей. К тому же его охраняют две верные собаки — Большой Пес и Малый Пес. Каждое из этих созвездий отмечено звездой первой величины: Большой Пес — Сириусом, ярчайшей звездой на всем звездном небе, Малый Пес — несколько уступающей ей в блеске звездой Процион.

Впрочем, Большого Пса отвлек Заяц, пустившийся наутек из-под ног Ориона. Главная звезда этого созвездия α $2^m,6$ вместе с Ригелем и ϰ Ориона образуют вершины почти равностороннего треугольника.

Вся эта сцена небесной охоты была запечатлена на небосводе еще несколько тысячелетий назад, и перечисленная нами группа созвездий имеет такой же почтенный возраст, как, например, и Большая Медведица.

Столь же древни и два других ярких зимних созвездия — Близнецы и Возничий. Звезды $\alpha$ и $\beta$ созвездия Близнецов (их легко отыскать левее созвездия Ориона) были названы Кастором и Поллуксом по имени тех мифических близнецов, отцом которых был всемогущий Зевс, а матерью — легкомысленная земная красавица Леда.

Близко от зенита видна очень яркая желтоватая звезда Капелла — главная из созвездия Возничего. Слово «капелла» означает в переводе на русский язык «козочка». В этом месте на старинных картах действительно изображена маленькая козочка, которую несет на своих плечах могучий гигант Возничий. Если верить древнегреческим легендам, в созвездии Возничего увековечен афинский царь Эрихтон, считавшийся изобретателем колесниц. А козочка на плечах — это якобы «та самая» мифическая козочка Амалфея, которая когда-то вскормила самого Зевса.

Справа от Ориона — созвездие Эридана, изображающее мифическую реку, в которой утонул Фаэтон — несчастный сын бога Солнца, наказанный за неповиновение своему отцу. «Река» эта продолжается далеко под горизонт и оканчивается в южном полушарии звездного неба яркой звездой Ахернар.

Слева от Ориона — единственное «молодое» зимнее созвездие Единорог. Появилось оно на звездных картах уже после изобретения телескопа в 1624 г. и изображает собой мифическое животное, лошадь с длинным прямым рогом, о котором в эпоху средневековья рассказывали всякие небылицы.

Кроме Эридана и Единорога, все остальные зимние созвездия можно отыскать без всякого труда по их главным самым ярким звездам.

## Орион

На всем небе нет иного созвездия, которое бы содержало столько интересных и легко доступных для наблюдения объектов, как Орион. Прежде всего опишем его главные звезды.

Ригель, $\beta$ Ориона,— самая яркая звезда созвездия. Цвет этой звезды голубовато-белый, температура поверхности около 13 000°. Видимый блеск Ригеля весьма значителен ($0^m,3$), и все-таки трудно поверить, что эта звезда излучает свет в 64 000 раз интенсивнее, чем наше Солнце. Причина такой исключительно высокой светимости Ригеля не только в том, что Ригель очень горяч, но и в его размерах. Превосходя Солнце по диаметру в 40 раз, Ригель с полным основанием считается сверхгигантом.

Ригель — *тройная* звезда. В большой школьный рефрактор без особого труда можно рядом с ним на расстоянии 9″ уви-

деть белую горячую звездочку $7^m$. Судя по спектру, этот спутник Ригеля в свою очередь является тесной парой звезд, совершающих вокруг общего центра масс полный оборот почти за 10 дней. Ригель и его спутники очень далеки от Земли — нас разделяет почти 1000 световых лет.

Как ни велик Ригель, но красная звезда Бетельгейзе, $\alpha$ Ориона, несравненно больше. Это действительно исполин, в отличие от подавляющего большинства других звезд имеющий ощутимый видимый диск. Во всяком случае с помощью интерферометра его поперечник неоднократно измеряли и в результате получили, что по диаметру Бетельгейзе больше Солнца в 300 раз! Заменив Солнце, Бетельгейзе поглотила бы в себя все ближайшие планеты по Марс включительно! Еще трагичнее была бы замена Солнца Ригелем. Этот пышащий жаром голубовато-белый сверхгигант испепелил бы весь органический мир Земли.

Бетельгейзе — полуправильная переменная звезда. В причудливой кривой изменения ее блеска можно выделить два колебания — с периодами 180 и 2070 дней. Интересно, что между колебаниями блеска и изменениями диаметра Бетельгейзе, определяемого с помощью интерферометра, наблюдается хорошее согласие. В максимуме блеска диаметр звезды минимален (а температура наибольшая), в минимуме — наоборот. Значит, колебания блеска Бетельгейзе и похожих на нее звезд вызваны «полуправильными» пульсациями.

Звезда Беллатрикс — $\gamma$ Ориона — уступает в блеске и Ригелю и Бетельгейзе. Но это также звезда-гигант, еще более горячая, чем Ригель,— температура поверхности Беллатрикса превосходит 20 000°. Между прочим, в средневековье она называлась Беллатриксой, то есть, по-латыни, «воительницей». В астрологических книгах той эпохи можно найти забавную справку, что «женщины, рожденные под влиянием этой звезды, бывают счастливы и любят поговорить».

Четвертая звезда — $\varkappa$, в основной фигуре Ориона не имеет собственного имени, но мы хотим обратить внимание читателя на то, что и эта звезда — горячий гигант с температурой поверхности около 25 000°.

Три звезды, составляющие пояс небесного охотника, также весьма интересны. Звезды $\zeta$ и $\delta$ принадлежат к редкому спектральному классу O и температура их поверхности даже несколько превосходит 25 000°. Третья звезда, $\varepsilon$, по физическим свойствам очень напоминает звезду $\varkappa$.

Отыщите в созвездии Ориона еще две яркие звезды класса O — $\sigma$ и $\lambda$. Последняя из них — самая горячая из всех ярких звезд Ориона (температура ее поверхности близка к 30 000°).

Под поясом Ориона, там, где на современных звездных картах изображены звезды $\theta$ и $\iota$, а на старинных картах нарисован меч небесного охотника, невооруженный глаз различает маленькое туманное пятнышко. Это — знаменитая туманность Ориона,

фотографии которой не менее популярны, чем снимки туманности Андромеды.

Странно, что об этой туманности, по-видимому, ничего не знали ни древние, ни средневековые астрономы. Особенно поразительно, что туманность Ориона не заметил и Галилей, внимательно изучавший в свой телескоп это замечательное созвездие.

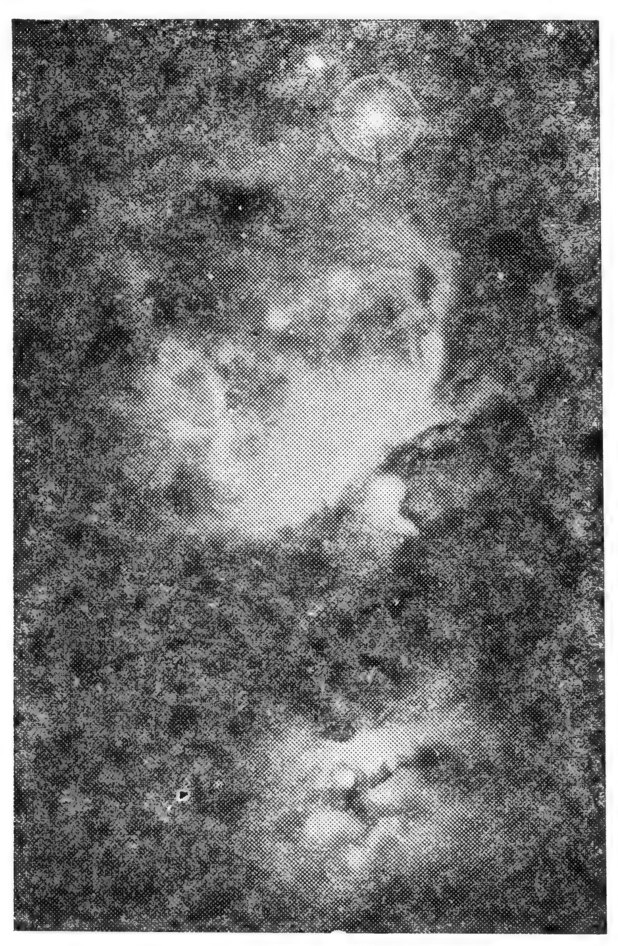


Рис. 49. Туманность Ориона.

Впервые ее увидел в 1618 г. астроном Цизатус, да и то случайно, при наблюдениях яркой кометы. Как бы там ни было, но с той поры туманность Ориона — один из тех объектов, на которые астрономы обращают особенно пристальное внимание.

В бинокль туманность видна отлично как размазанное светлое пятнышко неопределенных очертаний. На фотоснимках хоро-

шо заметна сложная структура туманности и ее весьма протяженные размеры (рис. 49). Есть основания думать, что туманность Ориона «обволакивает» почти все это созвездие, а невооруженному глазу (как и в туманности Андромеды) доступна лишь самая плотная и яркая центральная часть.

Природа двух ярчайших на земном небе туманностей — в Андромеде и в Орионе — совершенно различна. Туманность Андромеды — колоссальная и очень далекая звездная система из десятков миллиардов солнц. Туманность Ориона — несравненно меньшее по размерам (ее средний поперечник близок к 5 пс) облако чрезвычайно разреженных газов (главным образом водорода). Туманность Андромеды — соседняя галактика. Туманность Ориона находится внутри нашей Галактики, в 350 пс от Солнца.

Средняя плотность этой газовой или, как часто говорят, диффузной *) туманности в $10^{17}$ раз меньше плотности комнатного воздуха. Иначе говоря, массу в один миллиграмм будет иметь часть туманности объемом в 100 кубических километров! Наилучший из вакуумов, достигнутых в лабораториях, в миллионы раз плотнее туманности Ориона!

И все же общая масса этого исполинского образования, в гораздо большей степени, чем кометы, заслуживающего наименования «видимого ничто», огромна. Из вещества туманности Ориона можно было бы изготовить примерно тысячу таких солнц, как наше, или свыше трехсот миллионов похожих на Землю планет!

Вот что значит «астрономические» масштабы туманности Ориона, делающие ее чрезвычайно «весомой» даже при ничтожной средней плотности! Наглядности ради отметим, что если Землю уменьшить до размеров булавочной головки, то в таком масштабе туманность Ориона займет объем величиной с земной шар!

Туманность Ориона ярко светится. Но свет этот — «холодный», вызванный в основном процессами люминесценции, которая возбуждается близкими к туманности или даже погруженными в нее горячими звездами.

При рассматривании туманности Ориона вы, вероятно, обратили внимание на звезду θ. Это, собственно, не одна звезда, а целая система из шести звезд! Четыре наиболее яркие из них, как бы отмечающие вершины некоторой воображаемой трапеции, хорошо видны уже в небольшие телескопы. Пятая и шестая звезды этой удивительной системы были открыты только в 1826 и 1830 гг., так как они весьма слабы (около $11^m$) и расстояние их от остальных звезд близко к 4″. Замечательно, что и эти шесть звезд — горячие гиганты, подобные тем, о которых уже говорилось.

Можно ли считать случайным изобилие горячих гигантов в одном определенном районе неба — созвездии Ориона? Конеч-

*) В отличие от планетарных туманностей.

но, нет. Перед нами типичная звездная О-ассоциация, и ее ядром служит «шестикратная» звезда θ.

У горячих гигантов есть одна характерная особенность — они необыкновенно расточительны. Например, Ригель ежесекундно превращает в излучение, в ослепительные потоки света около 80 млрд. тонн своего вещества! При такой трате вещества Ригель полностью «обанкротился» бы через 10 миллионов лет. Но блеск Ригеля говорит о том, что эта звезда далека от «банкротства», а значит, ее возраст не превышает 10 миллионов лет!

По меркам человеческой жизни 10 миллионов лет — срок невообразимо большой. Но уже в масштабе эволюции Земли эта же величина выглядит совсем незначительной. Ящеры вымерли десятки миллионов лет назад, и их глаза не могли видеть Ригель. Эта звезда с астрономической точки зрения — совершеннейший младенец!

Примерно столь же молоды и другие горячие гиганты орионовской О-ассоциации, кстати сказать, одной из самых близких к нам (расстояние 380 пс).

Молодость этой ассоциации вытекает также из совершенно иных рассуждений. Как полагает академик В. А. Амбарцумян, в трапеции Ориона (и других подобных ей кратных системах) движения компонентов не могут быть периодическими, то есть происходить по замкнутым, неизменным орбитам. Системы «типа трапеции» должны распадаться, причем за сроки, в астрономических масштабах очень короткие. Проведенные В. А. Амбарцумяном расчеты показывают, что шестикратная «трапеция Ориона» существует не более нескольких миллионов лет. Значит, и с этой точки зрения О-ассоциация созвездия Ориона возникла совсем недавно из какой-то дозвездной материи.

В туманности Ориона есть много своеобразных переменных звезд, называемых звездами типа Т Тельца (по обозначению главного их представителя). Это, как правило, не горячие гиганты, а, наоборот, холодные желтые, оранжевые и красные карлики с яркими эмиссионными линиями в спектре. Блеск их меняется совершенно беспорядочно, и эти колебания, судя по всему, вызваны частыми, хотя и непериодическими выбросами в атмосферу звезды горячих ярко светящихся газов из их недр. Вообще звезды типа Т Тельца по своим физическим характеристикам производят впечатление каких-то беспокойных, «неустановившихся» или, как говорят, *нестационарных звезд*. Уже этот факт можно считать намеком на сравнительную молодость таких объектов.

На самом деле так и есть. Звезды Т Тельца, как теперь неопровержимо доказано, образуют свои Т-ассоциации, возраст которых не превосходит нескольких миллионов лет.

Созвездие Ориона содержит три Т-ассоциации, из которых самая богатая (220 звезд) сконцентрирована в районе звезды Т Ориона, недалеко от самой яркой части Орионовой туманности.

Созвездие Ориона — это какой-то кипящий «небесный котел», где и в настоящую эпоху рождаются миры, созидаются звезды. Исполинская Орионова туманность, погруженные в нее О- и Т-ассоциации — все это производит впечатление чего-то молодого, недавно родившегося, далекого от равновесия. Впечатление это усилится, если обратить внимание еще на два факта.

Первое — вращение туманности Ориона и окутанных ею молодых звезд вокруг некоторой оси, обнаруженное известным советским исследователем звездной Вселенной П. П. Паренаго. Второе — стремительное «бегство» из туманности Ориона трех горячих звезд — АЕ Возничего, 53 Овна и μ Голубя. Эти звезды покинули центральную часть созвездия Ориона около двух с половиной миллионов лет назад и сейчас разлетаются от нее во все стороны со скоростью, большей 100 км/с! По-видимому, какой-то взрыв выкинул их из О-ассоциации Ориона или в момент ее рождения, или в эпоху, к нему близкую.

Нет, созвездие Ориона действительно самое «беспокойное» место на небе, и здесь, несомненно, на наших глазах, хотя и в чрезвычайно замедленном по человеческим меркам темпе, совершаются великие космические события!

## Телец

У мифического царя Атласа было семь дочерей — Альциона, Тайгета, Меропа, Целена, Электра, Астеропа и Майя. При обстоятельствах довольно неясных (до нас дошло несколько противоречивых версий) эти сестры были обращены в группу маленьких слабо светящихся звездочек, с незапамятных времен украшающих созвездие Тельца. Во всяком случае Плеяды (так называют это звездное скопление) упоминаются в Библии, о них пишут Гомер и Гесиод. Рассказывают, что когда-то все семь плеяд были одинаково яркими. Но потом, когда Меропа имела неосторожность выйти замуж за смертного, «ее звезда» поблекла.

Проверьте зоркость вашего зрения: сколько звезд вы отчетливо различаете в Плеядах? Если 6 или 7 — у вас нормальное зрение, если более — то отличное. Люди с исключительным зрением могут разглядеть в Плеядах десяток звезд. Но уже Галилей в свой несовершенный телескоп насчитал в Плеядах 36 звезд.

Вооружитесь биноклем и полюбуйтесь этим великолепным *рассеянным* звездным скоплением. Сверяясь с картой Плеяд *), найдите главные звезды скопления. Среди них есть и родители небесных сестер — отец Атлас и мать Плейона (рис. 50).

Самая яркая из плеяд Альциона (η Тельца). Ее светимость в тысячу раз больше светимости Солнца. Рядом с ней виден

*) Название «Плеяды» происходит от греческого слова «плейас», что означает «множество»; в отдельных районах СССР Плеяды называют «Стожарами».

треугольник из маленьких звездочек, оптических «спутников» Альционы. Главные звезды Плеяд — те, которым присвоены собственные мифические имена,— горячие белые гиганты с температурой поверхности, не меньшей 15 000°. Помещенное среди них

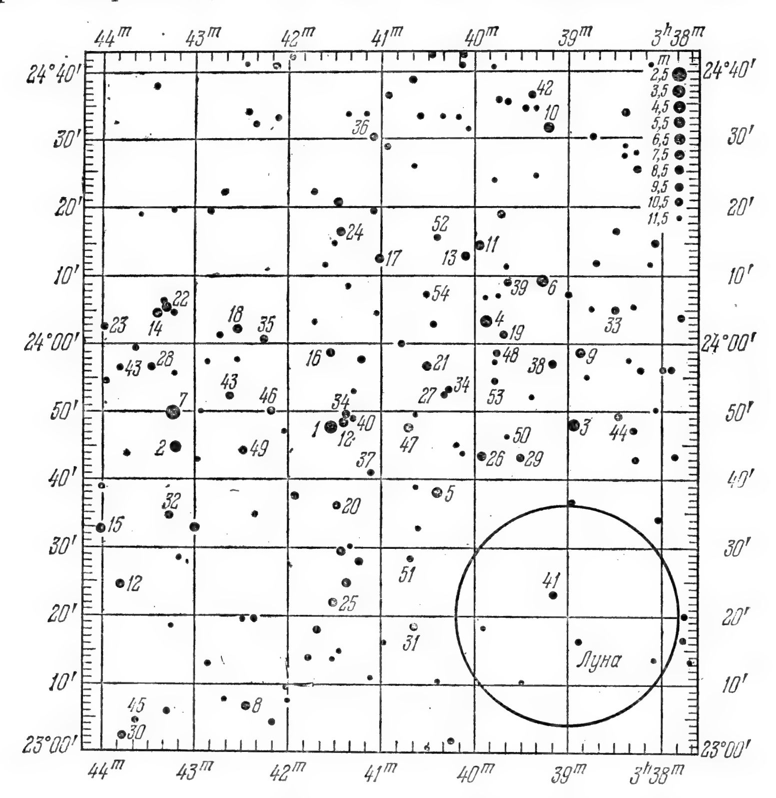



Рис. 50. Вид Плеяд в телескоп (кружком обозначены размеры лунного диска): *1* — Альциона, *2* — Атлас, *3* — Электра, *4* — Майя, *5* — Меропа, *6* — Тайгета, *7* — Плейона, *9* — Целена, *11* — Астеропа.

наше Солнце выглядело бы слабенькой звездочкой десятой величины. Но среди десятков звезд, входящих в состав этого звездного скопления, есть звезды и менее горячие, чем, скажем, Альциона, и такие, которые по своим физическим характеристикам весьма напоминают Солнце. Перед нами содружество разнообразных звезд, правда, далеко не всех типов (например, отсутствуют красные гиганты).

Плеяды — одно из самых близких к нам рассеянных звездных скоплений (расстояние 130 пс). Поэтому оно так эффектно даже для невооруженного глаза. Занимая на небе площадь в несколько раз бо́льшую полной Луны (не правда ли, в это трудно поверить?), Плеяды в пространстве раскинулись во все сто-

роны примерно на 22 световых года. Как и в других рассеянных звездных скоплениях, звезды Плеяд летят в пространстве по почти параллельным путям и с почти одинаковой скоростью.

Плеяды гораздо более компактны, чем любая из О-ассоциаций. Но и они весьма молоды. Попытки определения их возраста

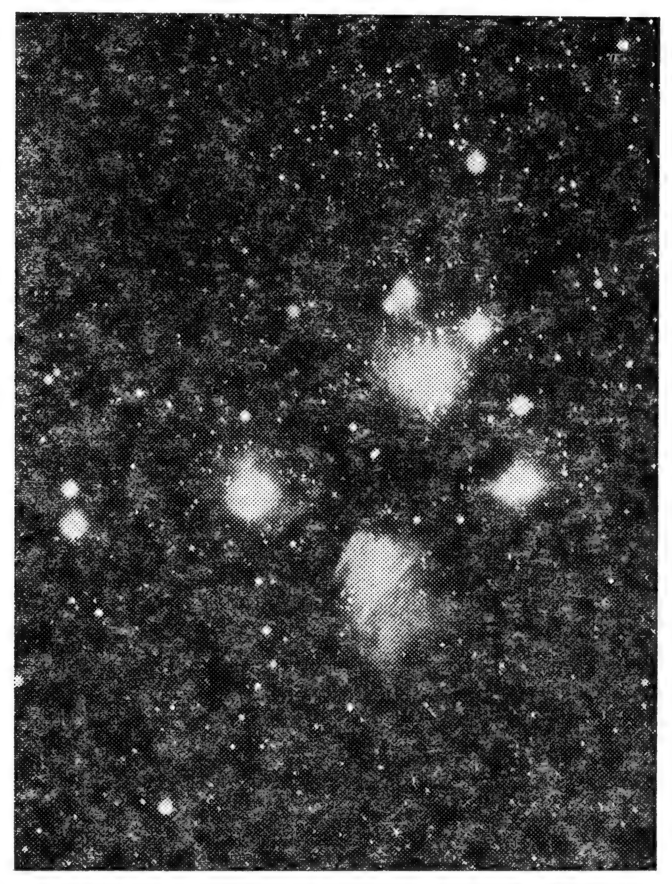


Рис. 51. Туманность, связанная с Плеядами.

предпринимались неоднократно. По оценкам, опубликованным в 1953 г., 280 звезд, входящих в состав Плеяд, возникли вряд ли раньше, чем 2,5 миллиона лет назад. Если это так, то возраст Плеяд одного порядка с возрастом человечества!

Еще в 1859 г. была открыта легкая прозрачная туманность, своеобразная вуаль, в которую погружены Плеяды (рис. 51). Эта туманность, в отличие от туманности Ориона, несамосветящаяся. Она отражает свет погруженных в нее Плеяд и в основном состоит из мельчайшей твердой космической пыли.

Главная звезда созвездия Тельца, желтовато-оранжевый Альдебаран расположен на небе (но не в пространстве!) в самой гуще другого рассеянного звездного скопления — Гиад (рис. 52). Под этим наименованием подразумевают группу примерно из двухсот звезд, окружающих Альдебаран. Скорости их собственных движений направлены к одной точке неба (так называемому

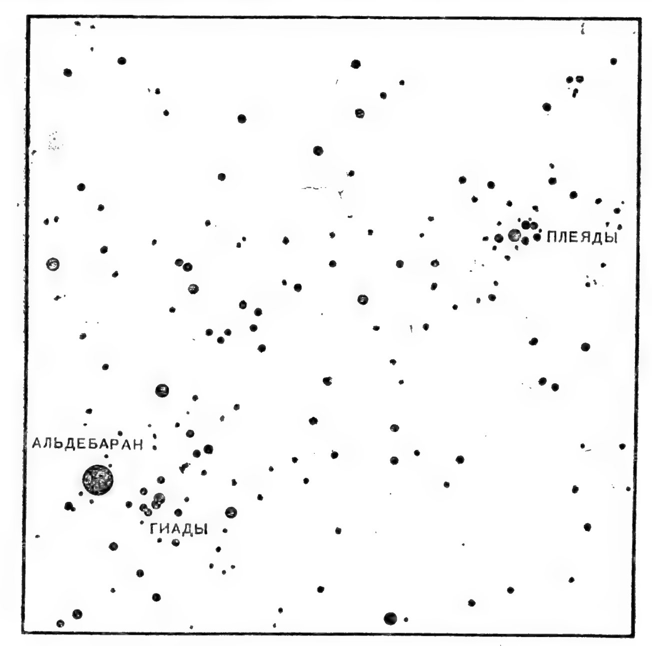



Рис. 52. Гиады и Плеяды в созвездии Тельца.

*вертексу*), близкой к Бетельгейзе (рис. 53). В Гиадах собственные движения звезд весьма значительны и по ним легко найти вертекс, который, например, для Плеяд определяется весьма неуверенно. Поэтому такие, можно сказать, «на глазах» перемещающиеся скопления называют *движущимися скоплениями*.

Конечно, все звезды Гиад движутся в пространстве параллельно, а кажущееся схождение их путей в вертексе — проявление перспективы, такое же как и схождение к горизонту, например, параллельных железнодорожных рельсов.

Состав Гиад, пожалуй, не менее разнообразен, чем Плеяд. Но в целом Гиады холоднее и «мельче», чем Плеяды. Есть здесь и много звезд, похожих на Солнце, и даже несколько красных гигантов. Гиады не окутаны туманностью, как Плеяды, и это обстоятельство также может рассматриваться как признак старости скопления. Судя по многим данным, возраст Гиад близок к миллиарду лет.

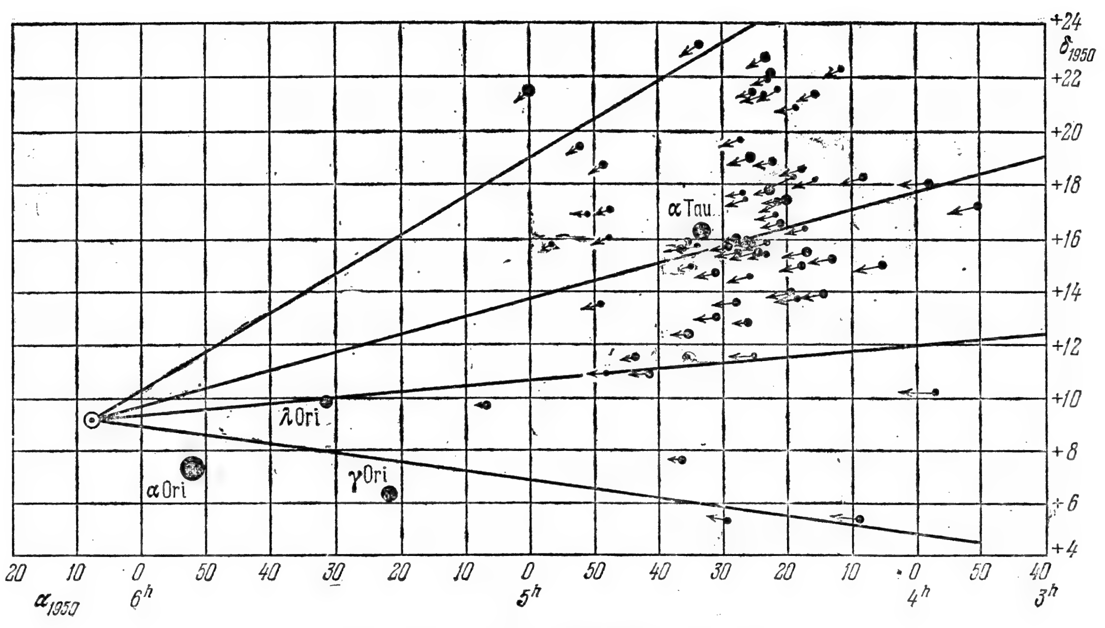



Рис. 53. Гиады и их собственное движение.

Гиады — самое близкое к нам звездное скопление. До него «рукой подать» — всего 40 пс. Форма этого скопления почти сферическая, средний поперечник близок к 33 световым годам. Подсчитано, что около 80 000 лет назад Гиады пролетали мимо Солнца на кратчайшем от него расстоянии и были вдвое ближе, чем теперь. Через 65 миллионов лет Гиады, удалившись от нас, займут на небе площадь гораздо меньше полной Луны, а самые яркие их звезды, ныне отлично видимые невооруженным глазом, станут слабыми звездочками $12^m$. Как видите, и небесные картины изменчивы, впрочем, как и все в мире.

Альдебаран, как уже отмечалось, к Гиадам не принадлежит. Этот холодный оранжевый гигант, почти в 30 раз по диаметру больше Солнца, находится от нас на расстоянии 21 пс.

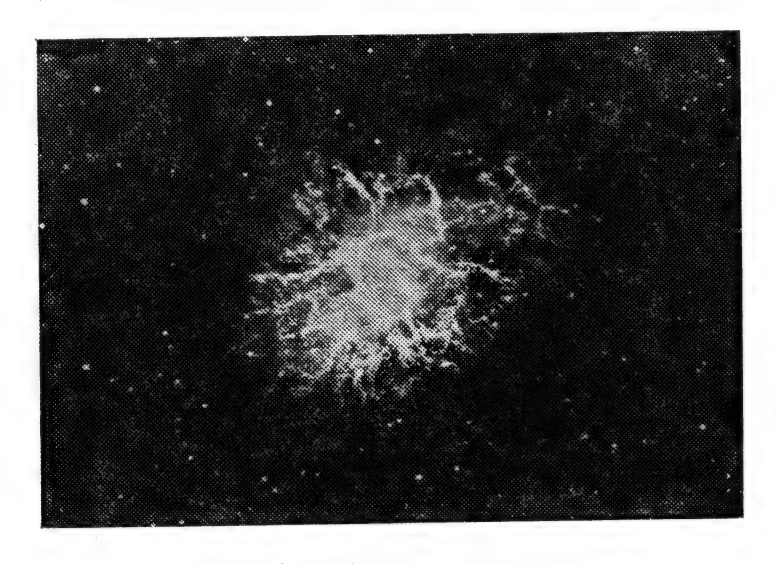


Рис. 54. Крабовидная туманность.

Созвездие Тельца содержит еще одну исключительную в своем роде достопримечательность — знаменитую Крабовидную туманность (рис. 54). Она находится рядом с яркой звездой ζ, но для наблюдения это объект трудный. Только в темные прозрачные ночи можно рассмотреть здесь в телескоп или сильный бинокль маленькое овальное светящееся пятнышко, размером всего $6' \times 4'$.

Когда Мессье в 1758 г. в этом районе неба отыскивал одну из комет, он чуть не спутал с ней неизвестную до той поры Крабовидную туманность. Именно это досадное недоразумение и побудило его составить свой знаменитый каталог туманностей, в котором Крабовидная туманность числится под номером первым.

«Помеха № 1» в последнее время привлекла всеобщее внимание. Это — один из самых мощных источников космического радиоизлучения, в каталогах радиоастрономов обозначаемый как «Телец А». На хороших фотографиях туманность действительно напоминает Краба — волокна туманности имеют отдаленное сходство с щупальцами или клешнями.

Как раз на этом месте неба в 1054 г. вспыхнула яркая сверхновая звезда. Сейчас здесь видна маленькая, очень необычная звездочка $16^m,5$. Самое замечательное, что газы, образующие Крабовидную туманность, разлетаются во все стороны от этой звезды со скоростью около 1000 км/с! Даже на фотографиях, снятых с интервалом в 20—30 лет, можно заметить расширение Крабовидной туманности.

Вряд ли можно сомневаться, что мы видим здесь пульсар — бывшую сверхновую звезду и газы, которые были выброшены при ее чудовищном взрыве.

Все открытые до сих пор пульсары принадлежат нашей Галактике, а общее число этих загадочных объектов во Вселенной, вероятно, очень велико.

По сравнению с Крабовидной туманностью другие интересные объекты созвездия Тельца, как, например, оптические двойные звезды $\theta$, $\delta$, $\varkappa$ или затменно-переменная $\lambda$ (амплитуда $3^m,5$—$4^m,0$, период 3,95 суток), заслуживают лишь беглого упоминания.

## Большой Пес

Знаете ли вы, откуда произошло приятное для нашего уха слово «каникулы»?

Слово это не русское, а несколько измененное на русский манер латинское слово, означающее в буквальном переводе... «собачьи дни!» Столь неожиданное наименование приятного периода отдыха, оказывается, непосредственно связано с главной звездой созвездия Большого Пса, ярчайшей звездой неба блестящим Сириусом *).

Некогда в Древнем Египте, в дни, близкие к летнему солнцестоянию, Сириус впервые появлялся в лучах утренней зари. Этот момент года тщательно определялся египетскими жрецами, так как вслед за ним вскоре наступал разлив Нила, а затем и испепеляющий летний зной.

Сириус, возглавляющий созвездие Большого Пса, издавна называли также Песьей звездой. Но по-латыни слово «собака» звучит как «канис». Отсюда период летнего зноя и связанный с этим отдых от повседневной работы у древних римлян получил название «каникул» — «собачьих дней». Забавно, что в те вре-

---

*) Слово «сириос» по-гречески означает «блестящий».

мена каникулы считались тревожным временем. Существовало поверье, что Песья звезда вызывает бешенство у собак и лихорадку у людей.

В наши дни никто не смотрит на Сириус со страхом, но всегда с восхищением. Нельзя не любоваться этим небесным бриллиантом, несмотря на радужные переливы, имеющим ясно выраженный голубой цвет.

Сириус — самая яркая звезда неба. Ее блеск равен $-1^m,4$. Кроме Сириуса, только еще у одной звезды (Канопуса) блеск выражается в отрицательных звездных величинах.

Сириус — одна из самых близких к нам звезд, седьмая в порядке удаленности от Солнца. Космическая ракета, совершающая полет со средней скоростью 10 км/с, достигла бы Сириуса за 300 000 лет. Свет преодолевает то же расстояние за 9 лет.

Сириус примерно вдвое больше (по диаметру), вдвое тяжелее и вдвое горячее Солнца. При этом светимость Сириуса в 24 раза превосходит солнечную и замена Солнца Сириусом создала бы нестерпимую жару на Земле, жару, при которой, вероятно, выкипели бы все земные океаны.

Собственное движение Сириуса сравнительно велико — $1'',3$ в год. Смещение линий его спектра показывает, что расстояние между Солнцем и ярчайшей из звезд каждую секунду возрастает на 8 км.

Изучая полет Сириуса в пространстве, знаменитый немецкий астроном и математик Бессель еще в 1844 г. заметил, что траектория Сириуса в проекции на небесную сферу изображается странной волнообразной кривой. Это «вихляние» Сириуса Бессель объяснил возмущающим действием его невидимого спутника, обращающегося вместе с Сириусом вокруг общего центра тяжести с периодом в 50 лет.

Теоретический прогноз Бесселя блестяще подтвердился. В январе 1862 г. при испытании нового 18-дюймового (46-сантиметрового) рефрактора известный американский оптик Альван Кларк открыл рядом с Сириусом маленькую звездочку, впоследствии обнаружившую орбитальное движение в полном соответствии с расчетами Бесселя. Это был триумф «астрономии тяготения», по значению не уступающий истории открытия Нептуна.

Спутник Сириуса — белая звездочка $8^m,6$. При наибольшем удалении от Сириуса (около $11''$) ее легко рассмотреть даже в небольшие телескопы, по мере приближения к Сириусу она становится все менее и менее доступной для наблюдения.

Спутник Сириуса, иногда называемый Щенком,— первый открытый человеком *белый карлик*. Мы знаем теперь звезды куда более плотные, чем спутник Сириуса, но в свое время его физические свойства казались совершенно невероятными. Масса Щенка почти равна солнечной, но по диаметру спутник Сириуса всего втрое больше Земли. Поэтому средняя плотность его вещества столь велика, что спичечный коробок, им наполненный,

должен иметь массу в целую тонну! Мы склонны рассматривать ныне подобные звезды как «обанкротившиеся» светила, которые, использовав запасы водородного топлива, светятся лишь за счет очень медленного сжатия. Состояние вещества спутника Сириуса и других белых карликов может быть охарактеризовано как «вырожденный газ». Под этим термином астрофизики понимают находящуюся под огромным давлением смесь ионизованных атомов и свободных электронов. Несмотря на то, что эта плазма плотнее стали, ее все же следует считать газом, так как она обладает характерной для газов упругостью. Изучение спутника Сириуса показало, что в звездах вещество может находиться в необычном состоянии, и его изучение (по спектру и другим данным) обогащает атомную физику весьма полезными сведениями. Спутник Сириуса и дал основание называть звезды «небесными лабораториями».

С Сириусом и его спутником связана некая загадочная история. Известный древнеримский философ Сенека (I в. н. э.) и знаменитый основоположник геоцентрической системы мира Клавдий Птолемей (II в. н. э.) считали Сириус не голубой, а ярко-красной звездой. Сенека утверждал, что «краснота Собачьей звезды глубже Марса — мягче, ее нет совсем у Юпитера, величие которого обращается к чистому свету». Упоминания о красном Сириусе встречаются и в легендах некоторых древних народов. Что это — ошибка, иллюзия зрения или факт?

Уже в X веке, судя по наблюдениям арабских астрономов, Сириус имел такой же внешний облик, как и сегодня. Могли ли так быстро за несколько столетий измениться свойства этой звезды? До последнего времени астрономы склонны были рассматривать сообщения о красном Сириусе как неправдоподобные. Ныне же на эту проблему можно взглянуть иначе.

Почему не предположить, что спутник Сириуса, до того как превратиться в белый карлик, был красным гигантом, подавляющим своим излучением голубизну Сириуса? Затем он сбросил свои газовые оболочки и сжался в белый карлик, что по современным представлениям характерно для эволюции большинства звезд. Но почему тогда в исторических хрониках первых веков нашей эры нет сообщений о вспышке новой звезды в созвездии Большого Пса? Возможны два объяснения: эта вспышка была кратковременной и пришлась на период, когда Сириус скрылся в лучах Солнца; астрономия раннего средневековья находилась в глубоком упадке, и такое событие, как вспышка новой, никем зарегистрировано не было. Не исключено, конечно, и какое-то иное объяснение красного Сириуса, неведомое современной науке.

Ниже Сириуса легко отыскать, в особенности в бинокль, звезду $o^2$. Это — типичный представитель очень редкого класса звезд, так называемых звезд типа Вольфа — Райе. Широкие эмиссионные линии в их спектре говорят о том, что такие звезды бук-

вально истекают газом, покидающим звезду со скоростями в несколько тысяч километров в секунду. Атмосферы их необычайно протяженны, а быстротечность наблюдаемых процессов не оставляет сомнений, что в подобном состоянии звезда находится не более сотни тысяч лет. Значит, звезда $o^2$ Большого Пса — одна из самых молодых звезд, какие только можно наблюдать на земном небе.

На полпути между Сириусом и $o^2$ есть яркое рассеянное звездное скопление M 41. Оно сравнительно бедно звездами, но все же в небольшой телескоп выглядит весьма эффектно. Этот звездный рой, имеющий в поперечнике 7,4 пс, удален от Земли на расстояние почти в 50 раз большее, чем Сириус.

В созвездии Большого Пса есть уникальная пара звезд. Это — затменно-переменная, обозначенная буквами UW. Блеск ее меняется в пределах от $4^m,5$ до $4^m,8$ с периодом в 4,4 суток. Обе составляющие системы — редчайшие сверхгиганты спектрального класса O8. Судя по кривой блеска, оба они так близки друг к другу, что под влиянием взаимного тяготения приобрели эллипсоидальную форму. Подобный случай нам уже известен — переменная W Большой Медведицы. Но самое необычное — масса сверхгигантов системы UW Большого Пса. Это — самые тяжелые из известных нам звезд. Каждая из них имеет массу $71\,500 \cdot 10^{24}$ тонн, то есть почти в 30 раз больше Солнца и почти в 10 миллионов раз больше Земли!

Стоит упомянуть также и β Большого Пса, очень похожую на уже знакомую нам β Цефея (см. с. 91),— загадочную переменную звезду с небольшими, но строго периодическими колебаниями блеска.

## Малый Пес

Хотя главная звезда созвездия Малого Пса — желтоватый Процион — уступает Сириусу и в размерах, и в температуре, и в светимости, между этими звездами есть нечто общее.

Обе они возглавляют маленькие созвездия, в которых ни одна из звезд не может соперничать с ними в яркости. Обе звезды имеют в качестве спутников белые карлики, истории открытия которых весьма сходны.

Одновременно с изучением движения Сириуса Бессель обнаружил аналогичные волнообразные отклонения и в собственном движении Проциона. И здесь Бессель заподозрил существование невидимого тела, возмущающего движение Проциона.

Любопытно, что как раз в тот 1862 год, когда Кларк увидел спутник Сириуса, немецкий астроном Ауверс вычислил орбиту еще никем не наблюдавшегося спутника Проциона. Но пришлось подождать еще 34 года, прежде чем Шеберле на Ликской обсерватории увидел то небесное тело, существование которого теоре-

тически было предсказано за полвека до этого. Тут снова, и уже в третий раз, повторилась история, подобная открытию Нептуна. А вот что мы теперь знаем о Проционе и его спутнике.

Процион, желтоватая звезда $0^m,5$, обладает светимостью, лишь в 5,8 раза превосходящей светимость Солнца. Он несколько крупнее Солнца и немного горячее — температура его поверхности близка к 7000°. Как и Сириус, Процион — одна из соседних к нам звезд: расстояние до него равно 3,5 пс. В общем, эта звезда сама по себе ничем не замечательна, и если бы не близость к Земле (а поэтому и значительная видимая яркость), мы, вероятно, не обратили бы на нее никакого внимания.

Другое дело — спутник Проциона. Рассмотреть эту звездочку 11-й зв. величины, находящуюся от Проциона на среднем расстоянии 4″,— задача, совершенно непосильная для рядового любителя астрономии. Эта маленькая звездочка излучает света почти в 10 раз меньше, чем спутник Сириуса, и представляет собой еще более плотный белый карлик, чем Щенок. Но сходство двух странных содружеств совершенно непохожих друг на друга звезд (Сириуса и Проциона с их карликовыми спутниками) бесспорно.

## Близнецы

Кастор и Поллукс — две главные, самые яркие звезды созвездия Близнецов, судя по их именам, должны быть как будто очень похожими друг на друга. Природа, однако, не пожелала считаться с мифами и наделила эти звезды весьма различными свойствами. Кастор — кратная звезда, два главных компонента которой представляют собой голубые горячие звезды. Поллукс — холодная оранжевая одиночная звезда. Поллукс ближе к нам, чем Кастор: до первой из этих звезд 10 пс, до второй 14 пс. Поллукс ничем, в сущности, не замечателен, тогда как Кастор представляет собой одну из самых необычных звезд.

В большой школьный рефрактор вы легко обнаружите, что Кастор состоит из двух голубых звезд $2^m,0$ и $2^m,9$, разделенных промежутком 4″,1. Это была первая двойная звезда, у которой еще Вильям Гершель в 1804 г. обнаружил явное орбитальное движение с периодом (по современным данным) в 341 год. Обе звезды разделяет промежуток в 76 а. е.

На расстоянии 73″ от этой пары звезд, обозначаемых условно Кастор A и Кастор B, видна звездочка $9^m$ — Кастор C. Не в пример первым двум горячим гигантам, Кастор C — маленькая карликовая холодная звездочка красноватого цвета. Расстояние между ней и двумя главными звездами не меньше 960 а. е. «Не меньше» потому, что измеренное расстояние есть проекция истинного расстояния на небесную сферу. За полтора века наблюдений Кастор C не обнаружил признаков орбитального дви-

жения, что и не удивительно, так как период его обращения вокруг центра масс системы во всяком случае не меньше нескольких десятков тысяч лет!

Когда тщательно изучили спектры всех этих трех звезд, обнаружилось, что каждая из них — спектрально-двойная. Кастор А и Кастор В — две пары звезд-близнецов, разделенных расстоянием всего в 10 млн. км, что в 6 раз меньше расстояния от Солнца до Меркурия! При таком тесном соседстве все четыре звезды должны приобрести форму эллипсоидов.

Кастор С состоит из двух близнецов-карликов, удаленных друг от друга всего на 2,7 млн. км, что лишь вдвое превышает размеры Солнца. Орбиты этих звезд расположены так, что Кастор С является затменно-переменной звездой с периодом всего в 19 часов! Две остальные, более солидные пары кружатся вокруг общего центра масс медленнее: в системе Кастор А за 9 дней, в системе Кастор В за трое суток.

Итак, Кастор — шестикратная звезда, как и θ Ориона. Как знать, быть может, в ее состав входят и планеты, небо которых иногда сразу бывает украшено шестью солнцами!

После этого содружества шести звезд, происхождение которого представляет большую загадку для космогонии, с первого взгляда покажется совсем заурядной двойная звезда δ. Все же попробуйте разделить эту ф и з и ч е с к у ю пару звезд, главная из которых — желтоватый гигант $3^m,5$ — имеет на расстоянии $6'',8$ маленького красного спутника $8^m,2$.

Желтоватый гигант имеет еще одного н е в и д и м о г о спутника с массой, в четыре раза превосходящей его собственную массу. Несмотря на это, он н е в и д и м с о в е р ш е н н о ни в каких лучах, хотя судя по массе, этот таинственный спутник должен светиться гораздо ярче звезды δ Близнецов!

Недавно было высказано предположение, что невидимый спутник звезды δ Близнецов — «черная дыра». Мы о ней бы ничего не знали, если бы при гравитационном коллапсе не сохранялась масса, оказывающая в данном случае заметное действие на движение «обычной» звезды δ Близнецов. Невидимое ни в каких лучах тело — это поистине «черная дыра». Не исключено, что загадочный спутник δ Близнецов — первая «черная дыра», обнаруженная астрономами. Впрочем, пока это только предположение, не больше.

В созвездии Близнецов есть две яркие переменные звезды. Одна из них, звезда ζ — цефеида, периодически меняющая свой блеск от $3^m,9$ до $4^m,3$. Период, близкий к 10 суткам, подвержен некоторым колебаниям. Вторая переменная, η Близнецов, интересна тем, что одновременно является спектрально-двойной и затменно-переменной звездой с периодом в 2984 дня, а кроме того, и полуправильной переменной со средним периодом в 233 дня и амплитудой $3^m,1$—$3^m,9$. Подобные случаи сочетания разных типов переменности в одной звезде далеко не редки.

Близко от этой переменной находится рассеянное звездное скопление М 35. На небе оно занимает такую же площадь, как полная Луна, а на самом деле его средний поперечник около 7 пс. Оно в 20 раз больше Гиад — расстояние до него равно 800 пс.

В бинокль видна россыпь маленьких слабо светящихся звездочек, среди которых немало горячих гигантов. Чем мощнее телескоп, тем большее количество звезд появляется в поле зрения. По словам известного астронома прошлого века Ласселя, «это необыкновенно поразительный небесный предмет и никто не в состоянии видеть его первый раз, не вскрикнув от изумления». Отнесем этот преувеличенный отзыв на счет восторженности Ласселя и большой мощности его рефлектора. Но все-таки и в школьные телескопы звездный рой в Близнецах выглядит очень красиво.

## Возничий

Заранее предупредим читателя, что звезды, о которых пойдет речь, в школьные телескопы кажутся самыми заурядными и ничем не замечательными. Так они выглядят и в крупнейшие телескопы мира. И все-таки они необыкновенны, но узнать об этом удалось не при непосредственных наблюдениях в телескоп, а по кривой изменения их блеска и характеру спектра.

Начнем с Капеллы — блестящей желтой звезды $0^m,09$, «возглавляющей» созвездие Возничего. Когда ее физические свойства были еще плохо известны, некоторые астрономы считали Капеллу двойником Солнца. Сходство действительно есть, но только по цвету и температуре. В остальном же Капелла совсем не похожа на Солнце.

Капелла, оказывается, состоит из двух очень близких друг к другу желтых звезд-гигантов. Одна из них по диаметру в 12, а по массе в 4,2 раза больше Солнца, Поперечник другой в 7 раз превосходит солнечный, и она в 3,3 раза массивнее Солнца. Расстояние между центрами этих звезд почти равно радиусу земной орбиты. Поэтому можно достаточно наглядно представить себе систему Капеллы, если мысленно Солнце заменить Капеллой А (бóльшим компонентом), а Землю — Капеллой В. Добавим, что первая из этих звезд будет сиять в 110, а вторая в 70 раз ярче Солнца.

Угловое расстояние между Капеллой А и Капеллой В ничтожно мало — всего $0'',05$, что находится на пределе разрешающей способности величайших телескопов мира. Но спектральный анализ совершенно недвусмысленно указывает на двойственность Капеллы, и по периодическому смещению спектральных линий легко найти, что период обращения в этой системе двух солнц близок к 104 суткам.

Фотоэлектрические измерения показали, что β Возничего — вторая по яркости после Капеллы звезда этого созвездия — чуть-чуть (на $0^m,1$), но строго периодически меняет свой блеск. Анализ спектра и кривой изменения блеска оказался вполне достаточным, чтобы узнать интересные подробности об этой затменно-переменной звезде.

Оба компонента — горячие голубые гиганты, похожи друг на друга буквально как близнецы. Их радиусы равны 1,9 млн. км, а по массе каждая из звезд в 2,4 раза превосходит Солнце. Совершенно одинаковы и плотности, и светимости этих близнецов. Расстояние между их центрами всего 12,5 млн. км, а период обращения равен 3,96 суток.

Прямой противоположностью являются две звезды, составляющие систему ζ Возничего (рис. 55). Обе они совсем не схожи.

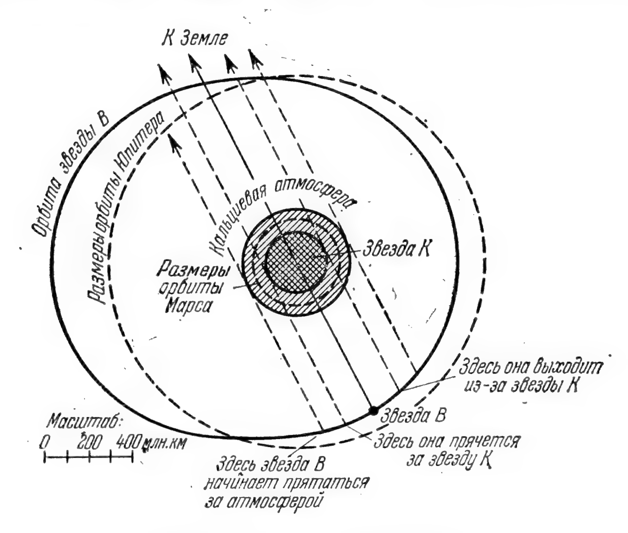



Рис. 55. Звезда ζ Возничего.

Одна из них — очень горячая голубовато-белая звезда, в 13 раз массивнее Солнца и в четыре раза превосходящая его по диаметру. Второй компонент — красновато-оранжевый холодный сверхгигант, в 32 раза массивнее Солнца и в 293 раза больше его по диаметру. Эта звезда так огромна, что, будучи помещенной в центр Солнечной системы, поглотила бы Меркурий, Венеру, Землю и лишь немного «не дотянула» бы до Марса.

Голубая звезда имеет температуру поверхности 15 000°, красная 3160°. Зато вторая излучает света в 1900 раз больше, чем Солнце, а первая — лишь в 400 раз. Голубая звезда обращается вокруг красной по орбите, почти равной в размерах орбите Юпитера. По случайному стечению обстоятельств луч зрения земного наблюдателя почти лежит в плоскости этой орбиты,

и благодаря этому одна из звезд периодически заслоняет от нас другую. При этом, когда красная звезда заслоняет голубую, блеск последней сначала меняется очень мало, как если бы звезда заволакивалась какой-то почти прозрачной дымкой. Эта дымка — огромная исполинская атмосфера красного сверхгиганта. В ней (судя по спектру) кальциевые протуберанцы иногда взлетают на высоту 233 млн. км, что в 1,5 раза больше расстояния от Земли до Солнца!

Период обращения в системе ζ Возничего равен 972 дням, причем полное затмение голубой звезды длится 40 дней!

Как ни грандиозен масштаб этих явлений, они все же бледнеют по сравнению с тем, что удалось открыть в системе затменно-переменной ε Возничего. Вот уж где природа не скупится на чудеса, поражающие воображение!

Интересно уже то, что ε Возничего — затменно-переменная с самым большим известным периодом изменения блеска: он равен 27 годам. Амплитуда при этом составляет $0^m,75$, то есть в максимуме блеска ε Возничего в 2 раза ярче, чем в минимуме.

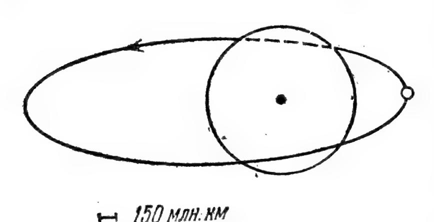


Рис. 56. Система ε Возничего.

Тщательный анализ спектра и кривой блеска ε Возничего, проведенный в 1937 г. известными американскими астрофизиками Д. Койпером, О. Струве и Б. Стремгреном, привел их к поразительным выводам.

Система ε Возничего состоит из двух звезд — видимой и невидимой. Та, которую мы видим в созвездии Возничего как желтоватую звезду в среднем почти $4^m$, — огромный сверхгигант с температурой поверхности 6300°. Эта звезда в 36 раз массивнее Солнца и в 190 раз больше его по диаметру. Но ее размеры совершенно меркнут по сравнению с размерами второй звезды, самой большой из всех, какие мы только знаем. Ее диаметр в 2700 раз больше солнечного. Внутри ее свободно уместились бы орбиты всех планет, от Меркурия до Сатурна включительно. На рис. 56 с сохранением относительных масштабов показана система ε Возничего.

Несмотря на чудовищные размеры второго компонента, его светимость мала и почти равна солнечной. Видимый блеск величайшей из звезд близок к $16^m$, а угловое расстояние ее от соседа $0'',03$. Учитывая огромную разность в видимом блеске компонентов, «разделить» эту пару оптически пока не представляется возможным.

Почему же при неимоверно больших размерах звезда Эпсилон А имеет такую ничтожную светимость? Секрет, оказывается, в том, что эта звезда очень холодная (1350° на поверхности) и

она излучает в основном невидимые инфракрасные лучи. К тому же ее средняя плотность настолько мала, что Эпсилон А прозрачна; потому-то во время затмений этой звездой ее спутника никаких изменений в спектре не происходит. Но почему же тогда все же колеблется блеск Эпсилон В?

По мнению американских ученых, Эпсилон В, излучающая света в 10 000 раз больше, чем Солнце, ионизует ближайшие к ней самые внешние слои инфракрасной звезды Эпсилон А. Образующееся «ионизационное пятно» при движении Эпсилон В перемещается по поверхностным слоям атмосферы Эпсилон А. Когда первая из звезд окажется сзади второй и «ионизационное пятно» загородит ее от земного наблюдателя, блеск звезды Эпсилон В ослабевает, так как ионизованные газы менее прозрачны, чем неионизованные. Это остроумное объяснение полностью соответствует всем данным наблюдений. Вот как много сведений можно получить из анализа лучей света.

Созвездие Возничего богато не только необыкновенными затменно-переменными звездами, но и рассеянными звездными скоплениями. Отыщите в бинокль или телескоп три скопления М 36, М 37 и М 38 *), в сущности, образующие тройное скопление. Они состоят в основном из горячих белых звезд спектрального класса В с некоторой «примесью» более холодных звезд, напоминающих Солнце. В общей сложности все три скопления насчитывают в своем составе около 350 звезд, причем самое яркое и богатое из них — М 37. Расстояние до него, как и до М 36, равно 1100 пс, тогда как М 38 к нам несколько ближе — 850 пс. Истинные их поперечники заключены в пределах от 6 до 11 пс.

По исследованиям советских астрономов вся совокупность рассеянных звездных скоплений образует в нашей Галактике плоскую подсистему.

## Единорог

В этом обширном, но бедном яркими звездами созвездии (там есть только одна звезда ярче $4^m$) обратите внимание только на один объект — замечательную диффузную туманность, известную астрономам под названием «Розетка» (рис. 57). На хороших фотографиях она действительно отдаленно напоминает розетку для варенья, и по этому внешнему признаку (дискообразная форма) ее можно было бы причислить к планетарным туманностям.

Однако на самом деле, повторяем, это — диффузная туманность, «подсвечиваемая» изнутри очень горячими звездами класса О. Ее видимый поперечник вдвое больше лунного. Нас разделяет 1100 пс.

*) Их нужно искать между θ Возничего и β Тельца.



Рис. 57. Туманность «Розетка».

## Эридан

Мы уже предупреждали читателя, что в СССР видна только часть (и притом не самая яркая) этого обширного и, хочется сказать, длинного созвездия.

В созвездии Эридана найдите тройную звезду $o^2$. Главная звезда $4^m,6$ имеет на расстоянии, превышающем минуту дуги, спутник $9^m,7$, который в свою очередь является двойной звездой (третий компонент $11^m,2$).

Главная звезда напоминает наше Солнце, но только она несколько меньше его и холоднее. Вторая звезда — очень холодный красный карлик, примерно в 5 раз по объему и массе меньший Солнца. А третья звезда — белый карлик, в 50 раз уступающий Солнцу по объему, но зато превосходящий его по плотности в 64 000 раз. Белый и красный карлики «водят хоровод» с периодом в 250 лет и совместно обращаются вокруг главной звезды по огромной орбите с периодом, который еще надежно не определен. Эта тройка звезд — наши соседи, до них почти 5 пс.

Звезда ε Эридана ($4^m,2$) замечательна тем, что она — одна из двух звезд северного полушария неба, вокруг которой, быть может, кружатся обитаемые планеты. Во всяком случае, как и τ Кита, эта звезда находится под непрестанным наблюдением, лучше сказать, под «радионаблюдением», так как на нее направлены очень чувствительные «уши» земных радиотелескопов. Пока и отсюда нет никаких «позывных» искусственного происхождения, но будем терпеливы, эксперимент только начинается.

Некоторая надежда на успех есть: ведь ε Эридана напоминает Солнце. Она одиночна, достаточно холодна, даже несколько холоднее Солнца, сравнима с ним по размерам, массе и медленно вращается вокруг оси. Последнее обстоятельство может рассматриваться если не как прямое указание, то как намек на существование у ε Эридана планетной системы. Эта звезда несколько ближе к нам, чем τ Кита,— до нее всего около 3 пс.

# СОЗВЕЗДИЯ ВЕСЕННЕГО НЕБА

Какое оно темное, это весеннее звездное небо! Три месяца назад в тот же час суток южная половина неба была украшена семью ярчайшими звездами. А сейчас наше внимание привлекают лишь три звезды первой величины, одиноко сияющие на фоне немногочисленных и неярких весенних звезд.

15 апреля, 10 часов вечера. Чуть справа от небесного меридиана, почти на полпути от точки юга до зенита видно созвездие Льва, в котором без особого труда угадывается силуэт гривы и туловища «царя зверей». Главная звезда этого созвездия — Регул.

На юго-востоке видны две яркие звезды. Та, что повыше и поярче,— оранжевая звезда Арктур, самая яркая из весенних звезд, главная в созвездии Волопаса. Ниже и правее Арктура — голубоватая Спика, возглавляющая созвездие Девы. Лев, Волопас и Дева — главнейшие и наиболее выразительные из весенних созвездий (см. Приложение VI).

Справа от Льва — созвездие Рака, а сверху над Львом — ничем не примечательное крошечное созвездие Малого Льва. Правее Волопаса видны созвездия Гончих Псов и Волос Вероники, а правее и ниже Девы неправильный четырехугольник из звезд почти одинаковой яркости образует созвездие Ворона. В длинном созвездии Гидры легко найти только сравнительно яркую звезду $\alpha$ ($2^m$). Зато Чаша и Секстант, заключенные между Львом и Гидрой, настолько невыразительны, что наметить их четкие контуры просто не удается. Левее и ниже Спики низко над горизонтом видны две звезды ($2^m$,8 и $2^m$,6) — $\alpha$ и $\beta$ из созвездия Весов.

Происхождение наименований некоторых из весенних созвездий весьма любопытно. Например, в созвездии Льва навеки запечатлен тот самый свирепый Немейский Лев, победа над которым составила один из двенадцати подвигов популярного мифического героя Геркулеса. Кстати, тут же на весеннем небе мы найдем и другую жертву геркулесовой мощи — Лернейскую Гидру. В схватке с этим девятиголовым чудовищем Геркулес проявил немалую изобретательность, и, несмотря на помощь Гидре со стороны исполинского Рака (и он тоже увековечен на весеннем звездном небе), в конце концов победа осталась за героем.

С мифической историей Волопаса, сына Каллисто, мы уже знакомы. Не совсем ясно происхождение созвездия Девы. По одному из древних вариантов — это богиня жатвы Церера. Во всяком случае на старинных звездных картах небесная Дева держит в руках спелый колос, отмеченный звездой Спикой.

Забавна легенда, связанная с созвездием Волос Вероники. У египетского царя Птолемея Эвергета (III в. до н. э.) была красавица-супруга, царица Вероника. Особенно великолепны были

ее роскошные волосы, опускавшиеся ниже пояса. Когда Птолемей ушел на войну, его опечаленная супруга дала клятву богам принести в жертву свои волосы, если только боги сохранят ее любимого мужа целым и невредимым.

Вскоре Птолемей благополучно вернулся домой, но, увидев остриженную супругу, был немало расстроен. Царственную чету несколько успокоил астроном Конон, заявив, что боги вознесли волосы Вероники на небо, где им предназначено вечно украшать весенние ночи.

Созвездие Весов также одно из древнейших, однако мотивы, побудившие древних поместить среди звезд этот простейший измерительный прибор, не вполне ясны. Возможно, что созвездие Весов и Девы (с Колосом или Спикой) отразили хозяйственные интересы древних торговцев и земледельцев.

На старинных звездных картах Ворон и Чаша помещены на Гидре. Ворон почему-то клюет Гидру, а Чаша выглядит очень неустойчивой, готовой вот-вот упасть. Что означает это странное сочетание совершенно разнородных предметов? В памяти человеческой стерлись всякие следы происхождения этих древнейших созвездий. Правда, до нас дошел один далеко не достоверный рассказ о том, что якобы в этом месте небосвода запечатлен тот ворон, которого Аполлон послал с чашей за водой для выполнения одного религиозного ритуала. Ворон не исполнил просьбу Аполлона, за что вместе с чашей в наказание был навсегда помещен на спину змеевидного небесного чудовища.

Остальные три созвездия весеннего неба — Малый Лев, Гончие Псы и Секстант — совсем недавнего происхождения. Их ввел в XVII в. Гевелий, изобретательность которого в этом деле при полном отсутствии сколько-нибудь серьезной аргументации мы уже ранее отмечали.

Малый Лев был помещен на небо по мотивам астрологического характера. Двум небесным Медведицам и Льву астрологи приписывали дурное влияние, и чтобы не нарушать традиций, Гевелий поместил между Львом и Большой Медведицей животное с таким же «пагубным влиянием» — львенка или, что звучит более солидно, Малого Льва.

В том месте, которое ныне занято созвездием Гончих Псов, Гевелий нарисовал пару собак, бросившихся на Большую Медведицу. Так как поводки этих псов Гевелий вложил в руки Волопаса, то получилось, что сын Каллисто почему-то травит псами свою мать. Это странное изобретение Гевелия выглядит скорее как озорство, чем как действие, имеющее под собой какие-нибудь логические обоснования.

И уж совсем не к месту у ног Льва Гевелием помещен Секстант — угломерный инструмент. Впрочем, и в этом случае, оставаясь себе верным, Гевелий подводит следующую «солидную» базу под свое изобретение. «Он помещен сюда,— пишет знаменитый польский астроном,— не потому, что расположение звезд

напоминает об этом инструменте, и не потому, что здесь он оказался особенно уместным, но он служил мне с 1658 по 1679 год для проверки положений звезд, а злоба людская уничтожила его вместе с моей обсерваторией и со всем, что я имел, предав все это пламени страшного пожара. Вот я и поместил это произведение Вулкана в честь и славу Урании, и астрологи найдут, что этот памятник как раз тут на своем месте, между Львом и Гидрой, животными свирепого нрава».

Не следует, однако, чересчур упрекать Гевелия. Он пользовался правом любого первооткрывателя, правом давать любые наименования открытому объекту, и вряд ли при этом его беспокоило опасение, что потомству выдвинутые им мотивы могут показаться не совсем убедительными.

## Лев

Познакомьтесь прежде всего с Регулом, главной в этом созвездии звездой. В списке двадцати самых ярких звезд неба Регул стоит на последнем месте. Эта белая горячая звезда с температурой поверхности около 14 000° по своей светимости в 140 раз превосходит Солнце. Помещенный на расстоянии Сириуса Регул показался бы в 6 раз более ярким, чем ярчайшая из звезд земного неба. Но так как фактически Регул почти в 10 раз дальше Сириуса, его видимый блеск равен всего $1^m,3$.

Регул — крупная звезда, по поперечнику в 2,8 раза больше Солнца. И у этой звезды телескоп обнаруживает странную свиту. На угловом расстоянии в 177″ виднеется желтая звездочка $7^m,6$, по физическим свойствам очень похожая на Солнце. Хотя орбитальное движение звезды пока не обнаружено, общность собственных движений Регула и его солнцеподобного спутника заставляет думать, что обе звезды физически связаны между собой. Но у Регула есть еще второй спутник — слабенькая звездочка $13^m$, судя по всему, белый карлик типа уже известного нам Щенка. Три совсем не похожие друг на друга звезды объединены почему-то в единую физическую систему. Загадки таких странных содружеств пока что еще далеки от разрешения.

Зато вполне заурядна двойная звезда γ Льва. Оранжевая и желтая звезды $2^m,6$, и $3^m,8$ разделены промежутком около 4 секунд дуги. В системе давно уже обнаружено и изучено орбитальное движение, совершающееся с периодом в 619 лет.

За меньший срок (181 год) совершается облет общего центра масс в системе двойной звезды ι Льва. Расстояние между компонентами, горячими голубовато-желтыми звездами, составляет здесь всего 45 а. е., что меньше расстояния от Солнца до Плутона.

В созвездии Льва есть интересные галактики, но в школьные телескопы они практически недоступны для наблюдения.

## Малый Лев

В этом созвездии, объединившем, по воле Гевелия, два десятка слабых звезд, нет ни одного объекта, который мог бы привлечь наше внимание.

## Дева

Главная звезда созвездия, именуемая Спикой, ярче, горячее и гораздо крупнее Регула. Лишь 600 солнц могли бы одновременно создать такой же поток излучения, как одна Спика. Рядом с ней наша звезда кажется маленькой и незначительной.

Хотя Спика дальше Регула (до нее почти 190 световых лет), ее видимый блеск, однако, несколько больше ($1^m,2$). В телескоп никаких спутников вокруг Спики не видно, но фотоэлектрические измерения подметили незначительные по амплитуде ($0^m,1$) и строго периодические по характеру колебания блеска. Спика — одна из затменно-переменных звезд. Пара эта очень тесная, с периодом всего в 4 дня.

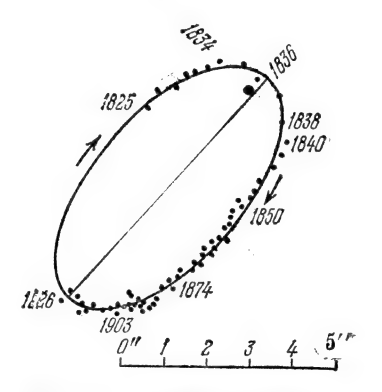



Рис. 58. Орбита двойной звезды γ Девы.

Интересна γ Девы (рис. 58). Эта двойная звезда состоит из двух желтовато-белых звезд-близнецов, почти неотличимых по физическим характеристикам друг от друга. Угловое расстояние между ними близко к 5″, и уже Брадлей в 1718 г. подробно исследовал эту пару. С тех пор звезды успели совершить почти полтора оборота вокруг центра масс, так как период обращения в этой физической системе равен 172 годам. Центры звезд разделены промежутком в 44 а. е., и эта пара солнц удалена от нас почти на 10 пс.

В верхней части созвездия Девы, в области неба, приближенно ограниченной звездами ε, δ, γ, η, β, о, сосредоточено огромное количество галактик. Здесь в мощные телескопы видна «система из систем» — грандиозное облако галактик, включающее в себя около двух с половиной тысяч «звездных островов», подобных нашему. Центр облака удален от нас на 4 миллиона парсеков, а само облако в целом уносится от нас, подчиняясь знаменитому закону «красного смещения», со скоростью 1200 км/с, то есть в тысячу раз быстрее пули!

Созвездие Девы примечательно еще и тем, что в нем находится самый яркий из квазаров, имеющий обозначение 3С 273. Он находится недалеко от звезды 8 Девы и с помощью карт его

можно отыскать среди слабых звезд 12—13 зв. величины*). Чтобы эти поиски завершились успехом, нужно не только прозрачное небо, но и рефрактор с диаметром объектива, не меньшим 15 см. Впрочем, при достаточном навыке этот удивительный объект можно попытаться отыскать и с меньшими инструментами.

Все квазары находятся далеко за пределами нашей Галактики и даже самый близкий из них — квазар 3С 273 из созвездия Девы удален от Земли на расстояние в 1,5 миллиарда световых лет. Наблюдая квазары, мы видим самые древние объекты космоса и если вам удастся найти в свой телескоп квазар 3С 273, вы увидите то, что было полтора миллиарда лет назад, когда на Земле лишь возникали все основные группы животных и первые наземные растения.

Многие квазары (в их числе и 3С 273) заметно меняют видимый блеск за короткие сроки (месяцы и недели). Общее число квазаров, доступных для наблюдения в современные мощные телескопы, оценивается в 100 000. Все они, подчиняясь закону «красного смещения», удаляются от Земли с колоссальными скоростями (скорость квазара 3С 273, например, близка к 48 000 км/с). Эти скорости есть прямое следствие расширения трехмерного пространства Вселенной.

Квазар 3С 273, как и многие другие объекты этого рода, имеет сложную структуру. Он состоит из звездообразного объекта 12,6 зв. вел. и маленькой вытянутой туманности. Невольно напрашивается аналогия с другим замечательным объектом в созвездии Девы — радиогалактикой Дева А, мощным источником радиоволн. Рядом с ядром этой галактики виден странный выброс. Нет ли кроме внешнего сходства с квазаром 3С 273 и какой-то более глубокой внутренней связи? Астрономия еще не нашла ответа на эти вопросы.

Галактика Дева А (она же М 87) видна уже в 10-кратный призменный бинокль. Ее координаты (для эпохи 1950,0) $\alpha = 12^{ч}28^{м}12^{с}$, $\delta = 12°40'$, а блеск 8,7 зв. вел. В школьный телескоп с 20-кратным увеличением можно рассмотреть даже форму этого уникального объекта.

Масса галактики М 87 примерно биллион ($10^{12}$) солнечных масс. Эта самая массивная из известных галактик включает в себя более 400 шаровых звездных скоплений. «Выброс», наблюдаемый рядом с галактикой, грандиозен — его длина не меньше 300 световых лет и он состоит из нескольких конденсаций.

Можно без преувеличения считать галактику М 87 одним из самых удивительных объектов звездного мира.

В созвездии Девы находится одно из самых мощных скоплений, или облаков, галактик. По мнению Ж. Вокулёра и других

---

*) См. карту в книге: Куликовский П. Г., с. 192.

астрономов, именно это облако является ядром или центром Сверхгалактики, в которой роль звезд играют звездные системы. Расстояние до облака в Деве 10 Мегапарсек, причем наша Галактика вокруг этого «ядра» обращается за срок, не меньший 100 миллиардов лет. Таким образом, в скромном, неярком созвездии Девы, быть может, находится центр самой большой из материальных систем, которую пытается представить себе современное человечество.

## Чаша

Это созвездие, граничащее с созвездием Девы и объединяющее двадцать видимых невооруженным глазом звезд, не содержит в себе ничего примечательного.

## Ворон

Из четырех звезд δ, β, ε и γ, составляющих контур созвездия Ворона, первая из них ($3^m$) — двойная. В большой школьный рефрактор на расстоянии 24″ от нее можно увидеть спутник — красную звездочку $8^m$. Самая яркая звезда γ — $2^m$,6. Это — горячий белый гигант, находящийся от нас на таком же расстоянии (около 40 пс), как весьма похожая на нее по физическим свойствам звезда δ.

## Секстант

В этом созвездии из 25 звезд нет ничего, что могло бы привлечь наше внимание.

## Волопас

Главная звезда созвездия Волопаса — Арктур — была первой звездой, которую удалось увидеть днем с помощью телескопа. Сделал это в 1635 г. современник Галилея французский астроном Морен. В те времена профессии астронома и астролога нередко сочетались в одном лице. Именно таким сыном своего века был и Морен, один из последних астрологов Франции, составивший гороскоп Людовику XIV.

Наблюдения Морена ныне может повторить каждый — лишь бы положение Арктура на дневном небе было известно с достаточной точностью. Арктур — очень яркая звезда ($0^m$,2). В списке самых ярких звезд земного неба она занимает шестое место.

Характерно, что оранжевая окраска Арктура бросается в глаза даже начинающему наблюдателю.

В сравнении с Солнцем Арктур огромен (в 26 раз больше по диаметру), а потому может быть назван оранжевым гигантом. Он несколько холоднее Солнца (5000° на поверхности), но близость к Земле (11 пс) и значительные размеры позволяют Арктуру успешно соперничать в видимом блеске даже с такими исполинами, как Капелла.

Собственное движение Арктура весьма значительно — угловое расстояние, равное видимому поперечнику Луны, эта звезда проходит на небе примерно за 800 лет. Неудивительно поэтому, что Арктур был первой звездой, у которой Галлей еще в 1717 г. обнаружил явное движение в пространстве.

В те времена опровержение ложной идеи о неподвижности звезд имело не только чисто научное, но и огромное философское значение.

В созвездии Волопаса есть несколько интересных двойных звезд. Яркую звезду $\varepsilon$ В. Струве, основатель Пулковской обсерватории, считал красивейшей из двойных. Действительно, яркая желтая главная звезда $3^m$ имеет рядом с собой на удалении около $3''$ голубоватый спутник $6^m$. Главная звезда к тому же спектрально-двойная, и потому здесь перед нами система не из двух, а из трех солнц.

Звезда $\pi$ Волопаса состоит из двух горячих голубых звезд ($4^m,9$ и $5^m,8$), разделенных промежутком в $5'',6$. Каждая из них, судя по спектру, в свою очередь двойная — новый пример «четырехкратной» звезды.

Легко разделяется в телескоп красивая двойная $\xi$ Волопаса. Главная оранжевая звезда $4^m,9$ имеет на расстоянии $5'',3$ красный спутник $6^m,8$. В этой паре компоненты разделены расстоянием всего в 32 а. е., а период обращения равен 150 годам.

Совершенно уникальна двойная $\zeta$ Волопаса. Две горячие голубые звезды $4^m,6$ обращаются вокруг общего центра масс с периодом 123 года по необычайно вытянутой орбите (ее эксцентриситет равен 0,96). К сожалению, оба компонента разделены промежутком всего в $1'',2$, так что увидеть их в отдельности в школьный телескоп нельзя. Рядом с $\varepsilon$ Волопаса есть красноватая звездочка $5^m$, обозначенная буквой W. Некоторые наблюдатели утверждают, что иногда ее блеск падает до $5^m,4$. Другие не замечали никаких изменений ее блеска. Так, до сих пор и не решен вопрос, переменная это или стационарная звезда? Не поможете ли вы, читатель, решить эту проблему?

## Весы

В небольшом созвездии Весов обратите внимание на две достопримечательности. Первая из них — звезда $\alpha$, вторая по блеску после $\beta$ звезда этого созвездия. Уже в бинокль отлично видно,

что главная горячая голубая звезда $2^m,8$ на большом расстоянии (5 минут дуги) имеет желтоватый спутник 5,3 зв. величины. Обе звезды обладают сходными собственными движениями, но огромное расстояние между компонентами заставляет все же сомневаться в физической связи этих звезд.

Звезда δ Весов — отлично изученная затменно-переменная. О ней мы можем сообщить читателю любопытные подробности. Оба компонента почти одинаковы по размерам — их радиусы 2,4 и 2,5 млн. км. Но меньший из них — горячий голубой гигант, в 2,7 раза более массивный, чем Солнце, а больший — желтый гигант, похожий на Капеллу, лишь в 1,2 раза превосходящий Солнце по массе. Центры звезд разделяет среднее расстояние всего в 8,6 млн. км, а период обращения составляет 2,33 суток. Земной наблюдатель видит, как иногда блеск δ Весов ослабевает с $4^m,8$ до $5^m,9$. Так как желтая звезда обладает меньшей светимостью, чем голубая, наблюдается и вторичный минимум глубиной около $0^m,1$.

## Гончие Псы

Читатель уже не раз убеждался в произвольности наименований некоторых созвездий. Как уже говорилось, звезда α созвездия Гончих Псов была названа Флемстидом Сердцем Карла Второго! Да, именно того самого английского короля Карла II, который, как мог, мстил сторонникам Кромвеля за казнь своего отца. Водворил на небо это мстительное «сердце» монархически настроенный Флемстид, и по его инициативе на звездных картах того времени под «хвостом» Большой Медведицы изображена корона, венчающая сердце.

Изобретение Флемстида просуществовало недолго, но звезда, названная им столь витиевато, безусловно, заслуживает самого пристального внимания. Несомненно, что это одна из самых замечательных звезд, какие только известны земным астрономам.

Прежде всего α Гончих Псов — одна из красивейших двойных звезд. Главная звезда — горячий голубой гигант $2^m,9$ на расстоянии около 20″ имеет желтоватый спутник $5^m,4$. Каждая из этих звезд в свою очередь спектрально-двойная с периодом в несколько дней. Но самое любопытное, что α Гончих Псов — магнитно-переменная звезда.

Сравнительно недавно у этой звезды при тонком анализе ее спектра обнаружено очень мощное и к тому же переменное магнитное поле, напряженность которого меняется в пределах от −4000 до +5000 гаусс*). Для сравнения сообщим, что у Солнца напряжённость его общего магнитного поля не превышает 50 гаусс.

*) Знак отмечает направление поля.

В популярных книгах по астрономии, там, где рассказывается о галактиках, обычно наряду с туманностью Андромеды приводят фотографию и другой галактики — туманности из созвездия Гончих Псов (см. рис. 5). Числящаяся в каталоге Мессье под номером 51, она очень эффектна. Эту исполинскую спираль мы видим «плашмя», и, несмотря на статичность фотографии, сама структура галактики создает впечатление чего-то динамичного. Но странное дело, на конце ветви галактики, направленной на фотографии вниз, виден какой-то странный сгусток, какой-то придаток, явно портящий стройность общей картины.



Рис. 59. «Двойник» галактики М 51.

Как уже говорилось, известному советскому астроному Б. А. Воронцову-Вельяминову удалось доказать, что здесь фотопластинка зафиксировала не одну, а две галактики, соединенные общей ветвью. В глубинах Метагалактики Б. А. Воронцов-Вельяминов открыл еще немало двойных и связанных между собой галактик, поразительно напоминающих М 51. Значит, то, что мы видим на рис. 5 и 59, не игра случая, а некоторая закономерность — определенный этап в эволюции (пусть не всех) галактик.

Другие взаимосвязанные и взаимодействующие галактики очень далеки от Земли и доступны лишь мощным телескопам. Но М 51 сравнительно близка к нам (до нее «всего» 7000 кпс), и ее видимый общий «интегральный» блеск равен $8^m,9$. Стоит отыскать на небе эту двойную галактику, и хотя школьные телескопы, конечно, не покажут тех подробностей, какие вы видите на рис. 5, интересно просто заметить в поле зрения телескопа слабое туманное пятнышко, свет миллиардов звезд, посланных ими свыше 22 миллионов лет назад!

А вот еще некоторые интересные подробности об этой паре галактик. Главная из них имеет поперечник, впятеро меньший, чем у нашей Галактики. На небе обе галактики М 51 видны как туманное пятнышко поперечником в 14′, что почти вдвое меньше видимого диаметра лунного диска. Двойная галактика М 51

уносится от нас со скоростью 546 км/с, в чем снова проявляется уже упомянутый нами ранее закон «красного смещения».

В Гончих Псах есть ($\alpha = 13^ч37^м,6$, $\delta = 28°53'$) сравнительно яркое ($7^m,2$) шаровое скопление М 3. Его видимый поперечник 22′, а расстояние от нас близко к 14 кпс. Линии в спектре скопления смещены к фиолетовому концу, то есть скопление М 3 к нам приближается, причем довольно быстро, со скоростью 150 км/с.

## Волосы Вероники

Это созвездие имеет смысл внимательно рассмотреть сначала невооруженным глазом, а потом в бинокль. В правой его половине большая группа слабых звездочек образует нечто, напоминающее «косяк» летящих журавлей. Пожалуй, можно, подобно Конону, усмотреть здесь и копну светящихся роскошных волос красавицы Вероники. Но нам хочется отметить, что внутри этого «косяка» и по его окраинам мощные телескопы обнаруживают огромное количество галактик. Здесь, в созвездии Волос Вероники, наблюдается еще одно «облако галактик». Оно несколько уступает в численности облаку в Деве: там около 2500 звездных систем, здесь около тысячи. Но возможно, что много галактик в облаке из созвездия Волос Вероники мы просто не видим из-за ничтожности их видимого блеска,— ведь описываемое облако удалено от Земли на 25 миллионов парсек! Как и положено по закону «красного смещения», оно убегает от нас с умопомрачительной скоростью 7400 км/с!

После этой грандиозной картины (увы, в полной мере доступной лишь мощным телескопам) обратим внимание на звезду $\alpha$ рассматриваемого созвездия. Совсем рядом с этой скромной звездочкой пятой величины в школьные телескопы можно отыскать шаровое звездное скопление М 53. Его интегральный блеск $8^m,7$, а видимый поперечник 16′. Скопление удаляется от Земли со скоростью 100 км/с, и в настоящую эпоху нас разделяет 20 кпс.

## Гидра

Ниже Спики на расстоянии примерно в 10° иногда видны две звезды почти одинакового блеска (около $3^m$), а иногда только одна, более яркая. Та, что поярче,— $\gamma$ Гидры, а та, которую невооруженный глаз видит не всегда,— долгопериодическая переменная R того же созвездия.

Эта гигантская очень холодная звезда с яркими эмиссионными линиями в спектре весьма напоминает по своим физическим свойствам Миру Кита. Амплитуда изменения блеска R Гидры очень велика — от $3^m,5$ до $10^m,9$. От одного максимума блеска до

соседнего проходит несколько более земного года — 387 дней. Повторяем, что R Гидры — типичная долгопериодическая переменная, и все, что было сказано о причинах колебания блеска Миры Кита, вполне может быть отнесено и к R Гидры.

Рядом со звездой μ Гидры есть планетарная туманность. Однако из-за слабого блеска ($9^m,7$) и крошечного видимого диаметра (всего $0',7$) ее имеет смысл наблюдать только в телескопы достаточно крупные. В школьные телескопы здесь в лучшем случае видна еле заметная туманная светлая точка.

## Рак

У древнего писателя Плиния Старшего есть такие строки: «В знаке Рака есть две малые звезды, называемые Ослятами, а среди них — маленькое облачко, которое называют Яслями». Поэтическая фантазия древних приписывала небесным Ослятам вполне земной аппетит — было распространено поверье, что иногда небесные Ослята кормятся из небесных Яслей.

Ясли считались в древности хорошим указателем погоды, и один древний поэт настойчиво советует:

«Следить за Яслями: подобно легкому туману
Они плывут на севере в владеньях Рака.
Границы их — две слабые звезды,
То два Осленка, разделенные Яслями,
Которые на чистом ясном небе
Подчас внезапно исчезают, две ж звезды
Как будто приближаются друг к другу.
Лугов тогда не смочит непогода;
Когда же Ясли темны и Ослята
Сияют неизменно — будет дождь!»

Вовсе не считая описанную методику приемлемой для современной метеорологии, все же отыщем небесных Ослят и их кормушку — Ясли.

Ослята — звезды γ и δ Рака — одни из самых ярких звезд в этом обширном, но состоящем из слабых звезд созвездии. Между ними и чуть справа невооруженный глаз ясно различает какую-то туманную звезду. Какой бы зоркостью вы ни обладали, эта странная туманная звезда, обозначенная буквой ε, не покажет вам никаких подробностей.

И все-таки ε Рака не звезда, а одно из наиболее замечательных рассеянных скоплений земного звездного неба, еще в незапамятные времена названное Яслями. Только Галилею удалось разгадать, что скрывается за обманчивой внешностью «туманной звезды»,— в поле зрения его телескопа Ясли распались на множество слабо светящихся звездочек (рис. 60).

Посмотрите на этот звездный рой в бинокль или телескоп (при слабом увеличении), и вы поймете восторг Галилея,

который не находил слов для описания этого великолепного зрелища.

Ясли — типичное рассеянное звездное скопление (обозначается M 44). Оно лишь немногим дальше Плеяд — до Яслей 160 пс. Сотня звезд, образующая Ясли, занимает в пространстве область поперечником около 5 пс. В телескопы в Яслях видны звезды от $6^m$ до $11^m$, главным образом горячие белые гиганты с некоторой примесью более холодных звезд, сходных с Солнцем. Оба

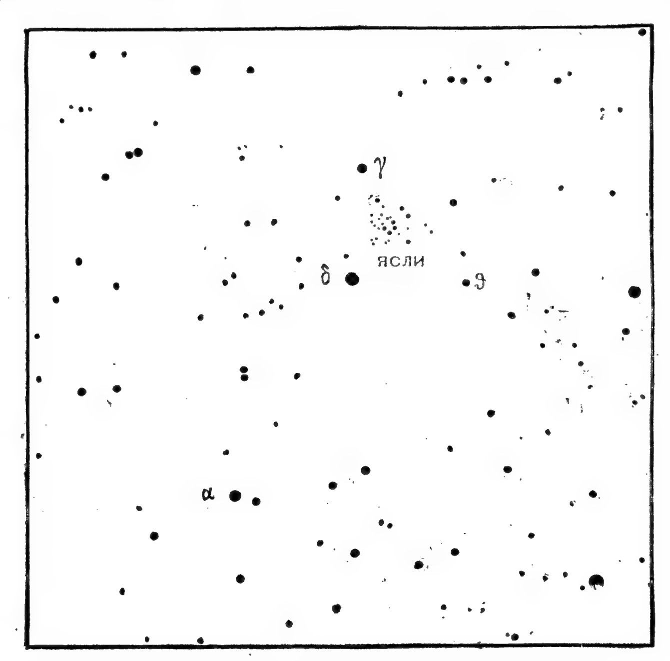



Рис. 60. Звездное скопление Ясли в созвездии Рака.

этих звездных скопления по своей пространственной плотности (количеству звезд в единице объема) не идут ни в какое сравнение с очень плотными, особенно в центре, шаровыми звездными скоплениями. В созвездии Рака есть еще одно рассеянное звездное скопление M 67. Оно находится чуть правее $\alpha$ Рака, и отыскать его, пользуясь звездной картой, не составит никакого труда.

Вот «паспортные данные» этого звездного роя. Расстояние — 800 пс, диаметр около 4 пс. В состав M 67 входит 80 звезд от $10^m$ до $14^m$, причем, как и в Яслях, это в основном горячие белые гиганты.

Ясли и M 67 — два близнеца. Но как различен их внешний облик для земного наблюдателя! Ясли отлично видны невооруженным глазом как туманная звезда $3^m,7$; M 67 имеет интегральный блеск $7^m,3$ и в школьные телескопы кажется светящимся

светлым пятном. Причина — различие расстояний: Ясли почти в 6 раз ближе к нам, чем М 67.

В созвездии Рака замечательна кратная звезда ζ. Древние считали ее одиночной, ничем не выделяющейся звездочкой $5^m$. В 1656 г. Тобиас Майер, имя которого мы уже упоминали в связи с туманностью Андромеды, «раздвоил» ζ Рака. С 1781 г., после наблюдений Вильяма Гершеля, ζ Рака считали тройной звездой. Теперь же мы знаем, что внешне скромная звездочка ζ Рака на самом деле представляет собой сложную систему из пяти звезд!

Главная желтая звезда А ($5^m$,7), похожая на наше Солнце, на расстоянии 1″,2 имеет горячий голубой спутник $6^m$,0 (звезда В). На удалении 6″ от звезды А видна звездочка $6^m$ (звезда С), которая в свою очередь имеет спутник $7^m$,8 (звезда D). Наконец, спектральный анализ показывает, что звезда В также имеет спутник (звезду Е).

Вся эта сложная система из пяти звезд тщательно изучена, и нам хорошо известны периоды обращения в различных ее парах. Например, звезды А и В обращаются вокруг общего центра масс за 60 лет. Звезда С кружит вокруг них с периодом в 1137 лет, обращаясь одновременно вместе с D вокруг общего центра масс с периодом в 17,6 года. Вот какая сложность скрывается за внешней простотой!

Попробуйте направить свой телескоп на эту самую сложную из видимых невооруженным глазом весенних звезд. Как вы думаете, что удастся вам увидеть в поле зрения?

## СОЗВЕЗДИЯ ЛЕТНЕГО НЕБА

Короткие светлые летние ночи... Для астрономов это самая неблагоприятная пора. А в северных областях страны в период «белых ночей» и вовсе полная бездеятельность,— речь, конечно, идет только о наблюдении звезд.

Мы изменим нашей традиции и опишем вид звездного неба не для 22 часов, а для 23 часов 15 июля. В средней полосе СССР и в этот предполуночный час небо еще очень светло, так что для наблюдения доступны только самые яркие летние звезды. Будем, однако, описывать все достопримечательности летних созвездий, даже объекты слабые, надеясь, что читатель сумеет отыскать и рассмотреть их или в конце весны или в темные ночи августа и сентября.

На светлом сумеречном летнем небе первыми появляются три яркие звезды — Вега ($\alpha$ Лиры), Денеб ($\alpha$ Лебедя) и Альтаир ($\alpha$ Орла). Они образуют вершины огромного «летнего треугольника» — главной отличительной детали нашего северного летнего звездного неба.

В темные августовские ночи рядом с голубоватой Вегой и чуть пониже ее видны четыре неяркие звезды, образующие вершины воображаемого параллелограмма. Это небольшое созвездие Лиры изображает тот музыкальный инструмент, на котором якобы когда-то играл Орфей — мифический музыкант, покоривший своим искусством даже обитателей ада. Для созвездия Лебедя характерен крест, вершина которого отмечена белым Денебом. На старинных картах вы увидите Лебедя, летящего вниз, к Земле. Греки уверяли, что в этом образе сам всемогущий Зевс, скрываясь от ревности Геры, летит на свидание к Леде — будущей матери Кастора и Поллукса.

Близко от Альтаира, выше и ниже этой яркой голубой звезды, виднеются две яркие звездочки — $\gamma$ и $\beta$ Орла. Вместе с находящейся справа от них звездой $\delta$ они образуют характерную фигуру этого небольшого созвездия. Если верить древнегреческим легендам, то здесь на небе увековечена та хищная птица, которая в течение 10 000 лет клевала печень прикованного к скале Прометея — славного героя, принесшего с Олимпа людям свет знания и за то жестоко наказанного разгневанными богами.

Справа от Лиры — созвездие Геркулеса, характерное отмеченной на звездной карте фигурой. Да, это тот самый могущественный мифический герой Древней Греции, которому удалось убить палицей свирепого Немейского Льва, задушить многоголовую Лернейскую Гидру и совершить еще десять замечательных подвигов. На живописной звездной карте Гевелия (XVII в.) Геркулес душит Гидру могучей рукой, через которую уже перекинута шкура Немейского Льва. Жаль что по сложившейся и не вполне понятной традиции Геркулес изображается опрокинутым по сравнению с окружающими созвездиями.

Под Геркулесом — созвездия Змееносца и Змеи, для которых трудно указать какое-нибудь характерное расположение составляющих их звезд. Эти весьма древние созвездия, по-видимому, не связаны с каким-либо мифом и изображают лишь то, о чем говорят их названия,— человека, держащего в руках змею.

Зато с соседним созвездием Северной Короны, отмеченным полукруглой цепочкой из звезд во главе с Геммой ($\alpha$ Северной Короны), связана красивая легенда.

Красавица Ариадна, похищенная мифическим героем Тезеем и затем безжалостно покинутая им на берегу моря, громко рыдала и взывала к небу о помощи. В конце концов к ней явился бог Бахус и, желая увековечить память страдалицы, снял с головы Ариадны венок и забросил его на небо. Пока венок летел на небо, драгоценные камни, вплетенные в него, превратились в звезды, которые с тех незапамятных времен и образуют созвездие Северной Короны.

В южной части небосвода, в прилегающих к горизонту областях неба, мы встречали цепочку древних созвездий — Водолей, Козерог, Стрелец, Скорпион. В последнем из них сияет яркая красная звезда — Антарес. У этих созвездий нет каких-нибудь характерных фигур, и отыскивать их приходится по отдельным звездам.

Как и Змееносец, Водолей не означает большего, чем то, о чем говорит его наименование. Просто здесь на небе изображен человек, льющий воду. Соседнее созвездие Козерога изображает мифическое животное, своеобразный гибрид козла и... рыбы! Во всяком случае существо, нарисованное на звездных картах в этом районе неба, обладает козлиной головой и покрытым чешуей рыбьим хвостом.

Более определенно происхождение созвездия Стрельца. Этим созвездием запечатлен кентавр Хирон — мифический получеловек-полуконь, герой многих легенд, порожденных поэтической фантазией древних греков.

Трудно сказать, какие причины побудили древних наблюдателей неба ввести созвездие Скорпиона. Во всяком случае созвездие Скорпиона одно из древнейших. В легенде о трагической гибели Фаэтона, сына бога Солнца, погибшего из-за неповиновения своему отцу, сообщается, что именно небесный Скорпион, напугав бедного юношу, стал непосредственной причиной его гибели.

На летнем небе есть несколько маленьких и внешне ничем не примечательных созвездий. Таковы созвездия Дельфина, Малого Коня, Лисички, Стрелы и Щита. Из этих созвездий Дельфин — самое заметное. Характерная для него фигура — маленький ромбик из четырех звезд, от которых справа вниз отходит цепочка из трех также слабеньких звездочек. Можно, и не имея богатого воображения, увидеть здесь огромную голову дельфина и опускающийся к горизонту его хвост.

Повыше и правее Дельфина, прямо над Альтаиром, виднеется созвездие Стрелы, в котором звезды γ, δ, α и β образуют нечто вроде хвостового оперения летящей стрелы.

Оба маленьких созвездия — очень древние, не уступающие по стажу пребывания на небе таким, например, созвездиям, как Большая Медведица, Орион или Кассиопея. Гораздо моложе остальные упомянутые созвездия.

Малый Конь или, иначе Жеребенок впервые упоминается в каталоге знаменитого астронома древности Гиппарха (II в. до н. э.). Трудно сказать, что побудило Гиппарха ввести это созвездие, но с тех пор здесь на звездных картах по соседству с крылатым Пегасом и также в перевернутом положении изображается морда жеребенка.

Созвездия Лисички и Щита изобретены Гевелием (1690 г.). Первое из них было введено потому, что, по словам Гевелия, «Лисица — животное лукавое, жестокое и прожорливое, подобное Орлу», а потому их соседство на небе должно выглядеть вполне естественным. Что касается созвездия Щита, или, как его называл Гевелий, Щита Собесского, то в появлении его на небе повинны патриотические увлечения польского астронома. Это — единственное созвездие на земном небе, связанное с конкретным историческим деятелем — польским полководцем и королем Яном Собесским.

## Лира

Когда рассматриваешь фотографию известной планетарной туманности из созвездия Лиры, невольно напрашивается сравнение с колечком дыма, которое пускают искусные курильщики. Но аналогия здесь чисто внешняя, причем далеко не полная. Туманность в Лире вовсе не кольцо, повернутое к нам плашмя. Нет, это космическое образование напоминает скорее толстостенную, полую внутри и несколько сплюснутую газовую сферу. По краям (рис. 61) луч зрения пронизывает бо́льшую толщу туманности, чем в середине, потому края туманности кажутся нам более яркими. Но и центральные области туманности гораздо светлее, чем окружающий черный фон неба. Значит, и здесь мы видим излучающий свет газ.

На цветной фотографии края планетарной туманности из созвездия Лиры красновато-малиновые, а центральная часть — зеленоватая. Окраска эта вызвана газами, составляющими туманность. Луч красного цвета принадлежит водороду, а зеленые лучи испускаются атомами ионизованного кислорода. Часть излучения создается атомами гелия. Излучение это «холодное» — газы туманности люминесцируют под влиянием света центральной звезды.

На фотографии вы видите несколько звезд, но, кроме той, которая находится в центре туманности, все остальные не имеют к ней никакого отношения. Это — «звезды фона», одни из них гораздо ближе чем туманность, другие дальше.

Центральное «ядро» туманности Лиры — звезда с исключительными характеристиками. Температура ее поверхности близка к 75 000°, и потому по праву она считается одной из самых горячих звезд. Ее мощное ультрафиолетовое излучение заставляет люминесцировать газы туманности, и при этом в видимых

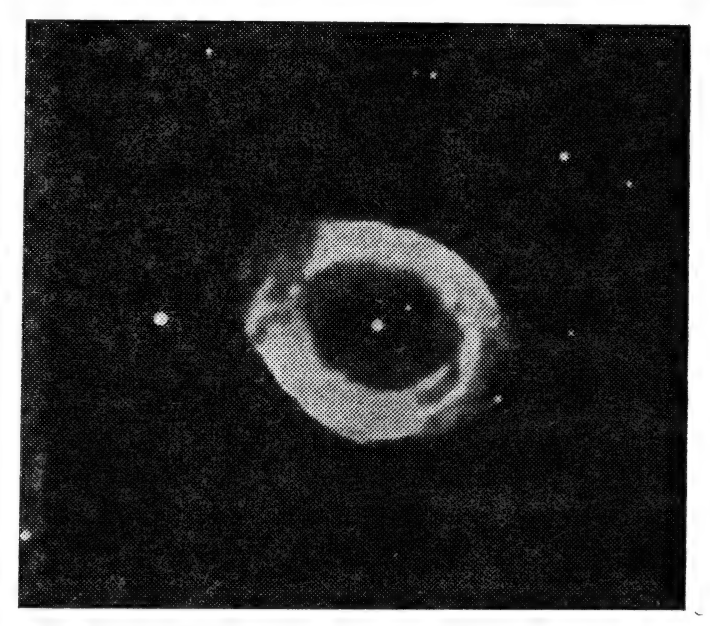


**Рис. 61. Планетарная туманность в созвездии Лиры.**

лучах туманность Лиры в несколько десятков раз ярче, чем ее удивительное «ядро».

Найти планетарную туманность легко, она находится почти посередине между звездами $\gamma$ и $\beta$ Лиры. В школьный телескоп она покажется маленьким как бы искрящимся овальным туманным пятнышком. Действительные размеры этого объекта весьма внушительны: средний поперечник туманности Лиры близок к 70 000 а. е., то есть почти в 700 раз больше поперечника Солнечной системы! С расстояния же 660 пс туманность Лиры имеет средний видимый поперечник всего около минуты дуги.

Судя по спектру, туманность Лиры расширяется во все стороны от центральной звезды со скоростью, близкой к 19 км/с. Естественно предполагать, что центральная звезда когда-то выбросила газы, которые мы теперь и наблюдаем в виде планетарной туманности.

Установлено, что ядра планетарной туманности имеют температуры от 50 000 до 200 000 градусов. Светимость их, однако, невелика, так как ядра всех известных нам планетарных туманностей оказались белыми или голубыми карликами. Возраст планетарных туманностей вряд ли превышает 10 000 лет. По одной из гипотез они образуются, по-видимому, при плавном отделении оболочки звезды на стадии сверхгиганта.

В небольшом созвездии Лиры есть несколько очень интересных звезд. Прежде всего обращает на себя внимание Вега — самая яркая звезда северного полушария неба ($0^m,1$). Направьте на нее телескоп (с малым увеличением) и вы увидите сияющее в глубине неба далекое голубое солнце; при таких наблюдениях «солнцеподобность» ярких звезд из умозрительного вывода превращается в нечто почти физически ощутимое. Вега — горячая белая звезда — в 2,5 раза превосходит в поперечнике наше Солнце. Еще в 1837 г. В. Струве успешно определил расстояние до Веги и получил величину, близкую к современной (8 пс). По своим физическим свойствам Вега похожа на Сириус, но только несколько крупнее и горячее его.

Рядом с Вегой есть замечательная кратная звезда ε Лиры. Зоркий глаз отлично видит здесь две звездочки пятой величины, разделенные промежутком в $3'28''$. Особенно эффектна эта пара при наблюдении в бинокль. Телескоп же обнаруживает, что каждый из компонентов ε Лиры в свою очередь двойная звезда (расстояния между их компонентами $2'',8$ и $2'',3$). Все четыре звезды — белые звезды, напоминающие Сириус. И эти четыре Сириуса образуют физически взаимосвязанную систему из четырех солнц! В каждой из пар периоды обращения несравненно короче того исполинского промежутка времени, за который обе пары совершают полный оборот вокруг общего центра масс.

Весьма интересны некоторые переменные звезды созвездия Лиры. Недалеко от Веги на северной окраине созвездия видна полуправильная переменная R Лиры. Это — холодный красный гигант, меняющий блеск в пределах от $4^m,0$ до $5^m,0$. Средний период близок к 50 дням, хотя в отдельных случаях между очередными максимумами и минимумами интервалы времени могут быть иными.

К востоку от этой переменной звезды отыщите в бинокль другую переменную RR Лиры. Это — цефеида, но, так сказать, другого сорта, чем δ Цефея. Переменная RR Лиры возглавляет класс *короткопериодических цефеид,* у которых период изменения блеска меньше суток. Наоборот, «классические» цефеиды типа δ Цефея называют *долгопериодическими цефеидами*, и у них периоды превышают сутки.

Блеск RR Лиры меняется в пределах от $7^m,1$ до $8^m,0$. Ее пульсации совершаются очень быстро, с периодом 0,57 суток. За это время меняется не только блеск, но и спектральный класс звезды (от A2 до F0) и, разумеется, температура.

Различие между короткопериодическими и долгопериодическими цефеидами не ограничивается только величиной периода. Здесь оно гораздо глубже. В частности, звезды типа RR Лиры встречаются на всевозможных расстояниях от галактического экватора, тогда как классические цефеиды типа δ Цефея обнаруживают явную концентрацию к средней экваториальной плоскости Галактики. Другими словами, цефеиды типа RR Лиры — звезды сферических подсистем, тогда как цефеиды типа δ Цефея принадлежат к звездам плоских подсистем. Этот факт свидетельствует о различном происхождении цефеид двух классов, несмотря на все внешнее сходство формы кривых изменения их блеска.

Однако самой замечательной переменной созвездия является уникальная во многих отношениях переменная β Лиры. Эта звезда, переменность которой была обнаружена еще Гудрайком, возглавляет особый подкласс затменно-переменных звезд. В отличие от Алголя, β Лиры непрерывно меняет свой блеск в границах от $3^m,4$ до $4^m,3$ с периодом в 12,91 суток. Четко выражен и вторичный минимум ($3^m,8$), расположенный посередине между главными.

Казалось бы, наблюдаемая картина изменения блеска хорошо объясняется схемой двух эллипсоидальных звезд разной светимости, обращающихся вокруг общего центра масс. Суммарная площадь частей поверхности двух компонентов β Лиры, обращенная к наблюдателю, непрерывно меняется,— отсюда и непрерывные колебания блеска звезды. Однако весьма сложный вид спектра β Лиры и его странные изменения вовсе не соответствовали этой чересчур простой схеме. Пришлось затратить немало труда, прежде чем действительная природа β Лиры была разгадана.

Эта переменная звезда, кажущаяся невооруженному глазу одиночной, на самом деле состоит из двух очень близких эллипсоидальных звезд. Бо́льшая из них — горячая голубовато-белая гигантская звезда с температурой поверхности около 15 000°. Меньшая звезда вдвое холоднее (спектральный класс F), и ее излучение теряется в тех мощных потоках света, которые излучаются главной звездой. Но это не все. От главной звезды к ее спутнику непрерывно извергаются газы, которые, обтекая спутник, снова возвращаются к главной звезде (рис. 62). Однако вращение спутника вокруг главной звезды и инертность газов приводят к тому, что часть выброшенных главной звездой газов удаляется от звезд, образуя в пространстве исполинскую газовую спираль. Нечто подобное образуют в воздухе те светящиеся вертушки, которые иногда употребляют во время фейерверков.

Газовый шлейф непрерывно рассеивается в пространстве, но он же и непрерывно пополняется теми новыми порциями газов, которые выбрасывает главная звезда. Создается так называемое динамическое равновесие, и газовый шлейф виден постоянно, вуалируя спектр β Лиры. По случайному стечению обстоятельств

луч зрения близок к плоскости, в которой лежит этот газовый шлейф. Если бы мы смотрели на β Лиры «сверху» или «снизу», она казалась бы нам самой обычной звездой постоянного блеска.

Сейчас обнаружены газовые шлейфы и вокруг ряда других звезд, причем иногда эти шлейфы имеют форму газового кольца, и звезда с близкого расстояния должна отдаленно напоминать Сатурн. Правда, газовые кольца, как и газовый шлейф β Лиры, неустойчивы, и их существование поддерживается лишь теми потоками газов, которые непрерывно извергаются звездами.

На примере созвездия Лиры мы видим, что иногда и весьма небольшое созвездие содержит значительное количество интересных объектов, легко доступных для наблюдения даже в школьные телескопы.



Рис. 62. Схема строения системы β Лиры.

## Лебедь

В созвездии Лебедя прежде всего обратим внимание на главную звезду Денеб. Среди самых ярких звезд земного неба Денеб уступает по размерам только Ригелю. Лишь 6000 солнц могли бы создать такой же поток излучения, какой посылает в пространство один Денеб! Этот горячий и очень далекий голубой гигант (до него 170 пс) по диаметру в 35 раз больше Солнца, но на нашем небе — это только яркая звезда $1^m,3$.

Поблизости от Денеба, рядом с ε Лебедя, находится известная диффузная туманность «Северная Америка», названная так за свое внешнее сходство с североамериканским континентом. Туманность находится от нас почти на таком же расстоянии, как Денеб, который и возбуждает ее свечение. Попутно заметим, что в созвездии Лебедя есть еще две замечательные газовые туманности, напоминающие перистые облака (рис. 63). Но увы, все эти объекты находятся за пределами возможностей школьных телескопов. Зато имеет смысл полюбоваться красивым и ярким рассеянным звездным скоплением М 39. Расположенное недалеко от звезды ρ Лебедя скопление М 39 весьма малочисленно и объединяет всего 25 горячих белых гигантских звезд. На небе оно занимает площадь, равную видимому диску Луны, а на самом деле поперечник этого звездного скопления, удаленного на 260 пс, равен 2,4 пс. Кроме Денеба, в созвездии Лебедя есть несколько интересных двойных звезд. Прежде всего это β Лебедя — звезда, лежащая в основании «креста» созвездия. У нее есть и

собственное имя — Альбирео. Направив на нее телескоп, читатель, вероятно, согласится с тем, что Альбирео — бесспорно, самая красивая двойная звезда. Главная оранжевая звезда $3^m,2$ на расстоянии $34'',6$ имеет белый горячий спутник $5^m,4$. Благодаря физиологическим эффектам зрения Альбирео в телескоп имеет золотисто-желтую окраску, а ее спутник — голубую. Несмотря на значительное расстояние между компонентами, пара эта —

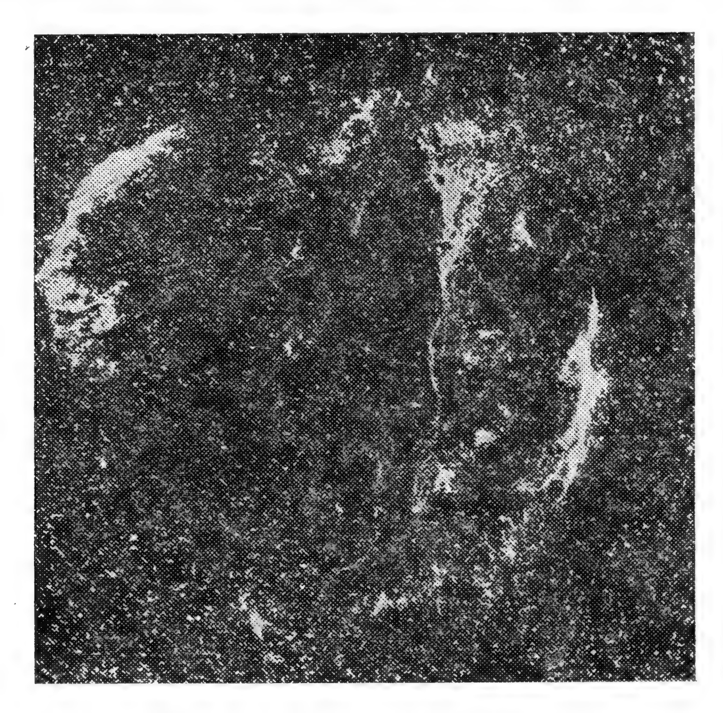


Рис. 63. Туманности в созвездии Лебедя.

физическая, хотя период обращения для нее весьма велик. Альбирео лишь немногим ближе Денеба — до нее 125 пс.

Звезда δ Лебедя (правая оконечность «креста») также двойная, но гораздо более трудная для разделения. Расстояние между главной голубой гигантской звездой $3^m,4$ и ее спутником $6^m,4$ всего $2'',1$. Период обращения в этой системе определен вполне надежно и равен 537 годам.

Особенно интересна двойная звезда 61 Лебедя. Это одна из первых звезд, для которой удалось определить расстояние. Это сделал Бессель в 1837 г. По выражению одного из его современников, «впервые лот, заброшенный в глубины мироздания, достиг дна». Только после научного подвига В. Струве, Ф. Бесселя и других стало бесспорным, что звезды на самом деле представля-

ют собой далекие солнца, и тем самым умозрительные идеи Джордано Бруно нашли себе опытное подтверждение.

Пара звезд, составляющая 61 Лебедя, близка к Земле — до нее всего 3,4 пс.

Нам известен пока лишь десяток звезд, более близких, и среди них Сириус — самая близкая из ярчайших звезд.

Оба оранжевых компонента 61 Лебедя имеют одинаковый спектральный класс K5, но один почти на звездную величину ярче другого ($5^m,6$ и $6^m,4$). Пара легко разделяется в школьные телескопы, так как угловое расстояние между компонентами равно 27″. Это соответствует истинному расстоянию в 82 а. е., что несколько меньше поперечника планетной системы. Период обращения двух солнц вокруг общего центра масс равен 720 годам.

В последнее время 61 Лебедя привлекла всеобщее внимание еще и потому, что около более яркого компонента был открыт невидимый спутник очень малой массы. По неправильностям (возмущениям) в движении звезды существование спутника было заподозрено американским астрономом Страндом, а детальное исследование этого вопроса провел пулковский астроном А. Н. Дейч. По опубликованным им данным, темный невидимый спутник компонента A имеет большую полуось орбиты, равную всего 2,3 а. е., а его масса составляет 0,012 солнечной массы. Тело такой массы уже не может быть звездой в обычном смысле слова, и по своим физическим свойствам оно должно скорее напоминать Юпитер, масса которого, кстати сказать, составляет почти тысячную долю солнечной.

Кроме 61 Лебедя, темные невидимые спутники открыты еще у ряда звезд. Возможно, что в некоторых случаях суммарное возмущающее действие нескольких таких спутников мы оцениваем как действие одного спутника и получаем для него нереально большое значение массы. Если это так, то действительные массы темных невидимых спутников многих звезд сходны с массами крупных планет Солнечной системы. Но тогда мы вправе утверждать, что планетные системы других звезд стали уже предметом непосредственных (правда, так сказать, «гравитационных») наблюдений.

В отношении темного спутника в системе 61 Лебедя можно думать, что это все-таки какая-то «погасшая» или очень мало излучающая свет звезда, так как орбита его весьма вытянута, что совсем не характерно для планет, но довольно типично для двойных звезд.

Созвездие Лебедя содержит и две необычных переменных звезды. На одну из них, долгопериодическую переменную $\chi$ Лебедя, обратил внимание еще в 1687 г. немецкий астроном Кирх. В период максимума блеска она становится звездой $2^m,3$, уступая по блеску только Денебу и $\gamma$ Лебедя. Тогда крест Лебедя становится более полным, так как $\chi$ Лебедя расположена как раз на

главной части его древка. Зато в минимуме она пропадает для невооруженного глаза. Не увидишь ее тогда и в школьный телескоп, так как в эти дни $\chi$ Лебедя превращается в звезду $14^m,3$. Исполинская темно-красная звезда $\chi$ Лебедя — одна из самых холодных звезд. Температура ее поверхности всего 1600°. Полный период колебаний блеска $\chi$ Лебедя занимает почти 407 дней. Посмотрите, видна ли сейчас эта любопытнейшая звезда? На том же главном «древке креста» близко от звезды $\gamma$ Лебедя есть очень своеобразная звездочка почти $6^m$, обозначаемая буквой P. В 1600 г. в этом месте неба астроном Янсон заметил незнакомую яркую звезду $3^m$. Несколько лет блеск ее был постоянен, потом стал уменьшаться, и в период с 1619 по 1923 г. странную звезду можно было наблюдать только в телескоп. После этого блеск ее менялся неправильным образом между $5^m$ и $6^m$, и сейчас звезда почти «застыла» в этом состоянии.

Спектр P Лебедя характерен для горячих сверхгигантов, но имеет многие особенности, напоминающие спектр новых звезд. По гипотезе Б. А. Воронцова-Вельяминова звезды типа P Лебедя (а их насчитывается около двух десятков) — это «неудавшиеся» новые. После вспышки в 1600 г. P Лебедя не вернулась к первоначальному состоянию, как типичные новые, а «застряла» на промежуточной стадии. Что с ней будет дальше, сказать трудно, но, по-видимому, эти *аномальные новые* звезды (так официально именуют звезды типа P Лебедя) находятся в состоянии неустойчивого равновесия. Нарушится ли оно новой вспышкой или, наоборот, резким ослаблением блеска — покажет только будущее.

В созвездии Лебедя находится один из самых вероятных кандидатов в «черные дыры» — невидимый спутник одной из двойных звезд этого созвездия. Главная звезда в этой системе — белый сверхгигант класса B, масса которого в 20 раз превосходит массу Солнца. Его спутник, вдвое меньший по массе, невидим, но в рентгеновском диапазоне он служит источником весьма мощного излучения ($10^{37}$ эрг/с). Интенсивность этого излучения иногда заметно меняется за тысячные доли секунды! Вся эта необычная система удалена от нас на 6600 св. лет. Предполагается, что невидимый источник рентгеновского излучения есть «черная дыра», засасывающая в себя межзвездный газ. Этот процесс аккреции и может породить, как показывают вычисления, рентгеновское излучение. Впрочем, некоторые исследователи считают, что аккреция совершается не на «черную дыру», а на нейтронную звезду, недоступную прямому наблюдению.

## Орел

Альтаир, или $\alpha$ Орла,— белая, горячая и весьма близкая к нам звезда (5 пс). По светимости он всегда в 8, а по диаметру в 2,2 раза превосходит Солнце. Рядом с таким гигантом, как Денеб, Альтаир покажется самой заурядной звездой. Судя по спект-

ру, расстояние между Альтаиром и нами сокращается ежесекундно на 26 км. Вот, пожалуй, и все самое главное, что можно сообщить об этой ничем не замечательной звезде.

Прямо под Альтаиром, ближе к горизонту, вы найдете яркую цефеиду η Орла. Ее переменность была открыта другом Джона Гудрайка и его соседом Эдвардом Пиготтом (1750—1807), замечательным исследователем переменных звезд. Открытие это было совершено в конце 1783 г., то есть за год до открытия переменности δ Цефея. Справедливости ради, переменные звезды такого типа следовало бы, пожалуй, называть «орлидами», а не «цефеидами», однако исторически утвердилось существующее наименование. Переменная η Орла — заурядная типичная цефеида с периодом 7,18 суток и колебаниями блеска от $3^m,5$ до $4^m,4$.

В созвездии Орла есть несколько слабых по блеску двойных звезд (например, звезда h), но после увлекательных достопримечательностей созвездия Лебедя они особого интереса не представляют.

## Геркулес

Созвездие Геркулеса замечательно прежде всего тем, что именно в этом созвездии находится *апекс* — та воображаемая точка, по направлению к которой непрерывно летит вся наша Солнечная система во главе с Солнцем.

Когда идешь густой рощей, деревья впереди по мере приближения к ним как бы расступаются. За спиной, наоборот, происходит обратное явление — деревья с удалением от них стремятся как будто сомкнуться друг с другом.

Нечто подобное наблюдается и на небе. Разумеется, неподвижных звезд, как и вообще неподвижных тел, в природе нет: каждая из звезд подобно Солнцу движется в пространстве. Но в движениях звезд, наблюдаемых с Земли, есть некоторая составляющая, вызванная движением Солнца (а значит, и Земли). В той стороне неба, куда летит Солнце, звезды, в общем, как бы расступаются в разные стороны, а в противоположной области неба можно заметить противоположный эффект. Подробный анализ этих явлений позволил определить экваториальные координаты апекса. Вот они:

$$\alpha = 18^ч, \quad \delta = +30°.$$

На звездной карте видно, что апекс находится близко от звезды ν Геркулеса. Вот куда или, точнее, в каком направлении летит Солнечная система со скоростью около 20 км/с. В этом непрерывном путешествии за сутки мы пролетаем около двух миллионов километров.

Движение, о котором идет речь, есть движение Солнца относительно ближайших звезд. Его не следует путать с обращением Солнечной системы вокруг центра Галактики,

которое совершается со скоростью, близкой к 250 км/с, и в настоящую эпоху направлено к созвездию Цефея.

Обширное созвездие Геркулеса, объединяющее 140 видимых невооруженным глазом звезд, содержит ряд очень интересных объектов. Прежде всего необыкновенная звезда $\alpha$ Геркулеса. Из ярких звезд она самая крупная, значительно превосходящая даже Бетельгейзе. Наше воображение оказывается бессильным представить себе эту очень холодную исполинскую красную звезду, по диаметру в 800 раз большую Солнца.

Как и Бетельгейзе, $\alpha$ Геркулеса — полуправильная переменная звезда типа $\mu$ Цефея. В сложной и с первого взгляда совершенно хаотичной кривой изменения ее блеска выявлены два колебания. Одно из них — долгопериодическое с периодом, близким к 6 годам, и амплитудой $0^m,5$. На него накладываются другие колебания с переменными амплитудами (от $0^m,3$ до $1^m,0$) и периодами (от 50 до 130 дней). Нелегко было разобраться в этой запутанной картине!

На расстоянии $4'',6$ от $\alpha$ Геркулеса виден желтый спутник $5^m,4$, который совершает полный оборот вокруг главной звезды за 111 лет. Этот спутник в свою очередь спектрально-двойная звезда с периодом, близким к 52 суткам, причем обе звезды окружены расширяющейся газовой оболочкой.

Мы не раз уже встречались с шаровыми звездными скоплениями, но здесь, в созвездии Геркулеса, есть два особенно замечательных образования такого рода.

Более яркое из них, шаровое скопление M 13, легко отыскать уже в бинокль между звездами $\eta$ и $\zeta$ Геркулеса. В трехдюймовый (7,6 см) телескоп оно распадается по краям на отдельные звезды; изумительно красивы эти бесчисленные крошечные искорки, окаймляющие исполинский «шар из звезд» (рис. 64).

В шаровом скоплении M 13 около полумиллиона звезд, главным образом «поздних» спектральных классов. В отличие от рассеянных звездных скоплений, сформированных в основном из горячих гигантов, самые яркие звезды шаровых звездных скоплений (в том числе и M 13) — холодные красные гиганты. Горячие голубые звезды здесь редкое исключение. В шаровых звездных скоплениях есть, по-видимому, немало звезд, напоминающих Солнце.

В шаровых звездных скоплениях встречается много переменных звезд (в M 13 их обнаружено около полутора десятков), главным образом короткопериодических цефеид. Все шаровые скопления — объекты очень далекие. От M 13, например, до нас лучи света летят почти 24 000 лет!

В настоящее время известно около сотни шаровых звездных скоплений. В нашей Галактике, как, по-видимому, и в других, они образуют сферическую подсистему.

Диаметры шаровых звездных скоплений весьма внушительны — от 60 до 300 световых лет. Характерно, что в «шарах из

звезд» нет пылевых или газовых туманностей. Но хотя межзвездное пространство там очень прозрачно, вид неба, в особенности из центра шарового скопления, необычайно фееричен. Представьте себе тысячи звезд, не уступающих в блеске Венере, и многие

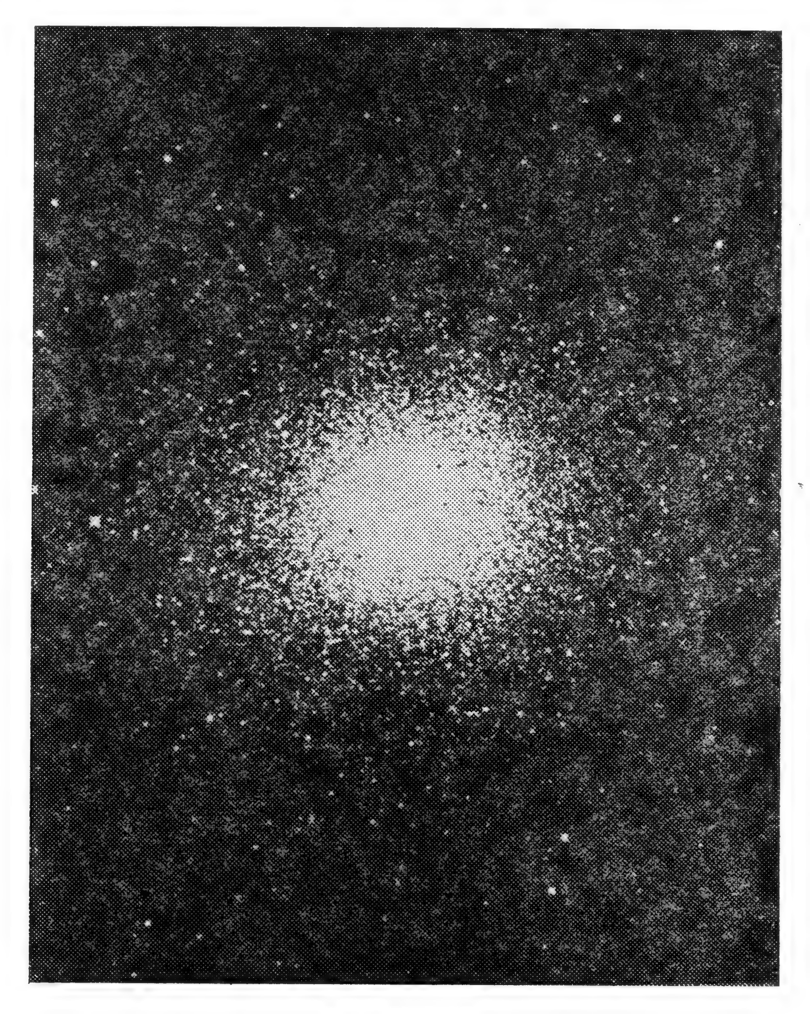


Рис. 64. Шаровое звездное скопление М 13.

тысячи других звезд, сравнимых с Сириусом, сплошь усеивающих небосвод!

Шаровые скопления очень устойчивые образования. Мы не знаем, как они возникли, но можно смело утверждать, что эти образования могут существовать без каких-либо коренных изменений многие биллионы лет!

Почти посередине между звездами ι и η Геркулеса есть второе шаровое скопление, М 92. Оно дальше М 13 (до него 7,3 кпс) и беднее звездами, но на небе занимает бо́льшую площадь (у М 13 видимый поперечник 21′, у М 92 — 30′). Скопление М 92 несколько необычно по составу — среди его звезд много горячих гигантов, и в этом отношении оно считается уникальным.

16 ноября 1974 г. мощный радиопередатчик одного из самых крупных (диаметр зеркала 300 м) радиотелескопов мира в Аресибо (Пуэрто-Рико) послал радиограмму в направлении звездного скопления М 13. Расчет экспериментаторов был прост: среди десятков тысяч звезд, образующих скопление, весьма вероятно есть и такие, которые окружены планетными системами. Не исключено, что некоторые из этих планет населены разумными существами, которые примут радиосигналы с Земли. Предполагалось также, что они сумеют расшифровать содержание земной радиограммы, но ответа от них нам пришлось бы ждать 48 000 лет, так что этот опыт имеет лишь символическое значение.

## Северная Корона

В 5 часов утра 9 февраля 1946 г. путевой обходчик Амурской железной дороги Алексей Степанович Каменчук заметил в созвездии Северной Короны незнакомую звезду. Она была даже несколько ярче Геммы, главной звезды созвездия, и совершенно искажала его привычные очертания. Скромный любитель астрономии сообщил о своем открытии в Пулковскую обсерваторию, и вскоре известие о вспышке яркой новой звезды в Северной Короне облетело весь мир.

Собственно, звезда эта была, так сказать, не совсем новая. Ровно за 80 лет до этого, в 1866 г., она уже испытала вспышку и с той поры в звездных каталогах странная повторно вспыхивающая звезда была обозначена буквой Т. Звезда Т Сев. Короны принадлежит, как мы теперь твердо знаем, к типу так называемых *новоподобных* звезд. Это, если хотите, новые звезды в миниатюре. Их вспышки по физическим характеристикам весьма напоминают вспышки обычных новых звезд с той только разницей, что у новоподобных звезд амплитуда изменения блеска значительно меньше (у новых $12^m$, у новоподобных примерно $8^m$).

Известные советские исследователи переменных звезд Б. В. Кукаркин и П. П. Паренаго еще в 1934 г. открыли важную зависимость между амплитудами изменения блеска новоподобных звезд и промежутком времени между очередными их вспышками. Чем меньше амплитуда, тем чаще происходят вспышки звезд. Для типичных новых звезд с амплитудой изменения блеска в $12^m$ вспышки должны повторяться в среднем только через 5000 лет. Отсюда понятно,почему до сих пор еще не удалось хо-

тя бы дважды наблюдать вспышку типичной новой звезды — слишком еще мал возраст астрономической науки.

Зная изменения блеска T Сев. Короны до 1866 г., советские ученые предсказали, что, судя по амплитуде ($8^m,6$), ее следующая вспышка должна произойти примерно через 80 лет. Открытие А. С. Каменчука подтвердило, что найденная зависимость имеет силу статистического закона природы.

Между вспышками T Сев. Короны имеет блеск звезды $11^m$ и необычный сложный спектр — сочетание типичного спектра класса M3 и «горячего» спектра B0. По-видимому, T Сев. Короны, удаленная от Земли на 800 пс, представляет собой систему из двух звезд: холодного красного гиганта и горячего белого карлика. Вторая из них, судя по всему, и является новоподобной звездой.

Есть в Сев. Короне еще одна новоподобная звезда, обозначенная буквой R. Поведение ее весьма своеобразно. Бóльшую часть времени R Сев. Короны можно наблюдать как звездочку

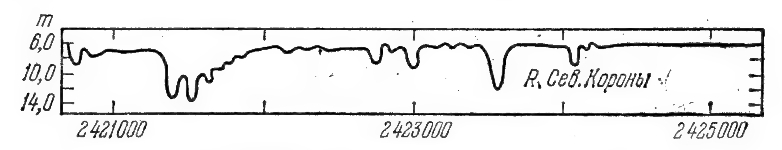



Рис. 65. Кривая блеска R Северной Короны.

шестой величины с очень небольшими и неправильными колебаниями блеска. Но иногда звезда неожиданно резко ослабевает в блеске на несколько звездных величин (рис. 65). Бывали случаи, когда R Сев. Короны становилась звездой $10^m$ и даже $15^m$. Длительность пребывания в минимуме блеска у звезды различна — от нескольких месяцев до нескольких лет, после чего R Сев. Короны снова возвращается к прежнему блеску. Судя по кривой блеска, R Сев. Короны — это, так сказать, новая звезда «наизнанку». У типичных новых и похожих на них новоподобных звезд время от времени наблюдаются вспышки, у звезд же типа R Сев. Короны, наоборот, многократное уменьшение блеска. Но в минимуме эти звезды имеют спектр с яркими эмиссионными линиями, и это дает основание отнести их к типу новоподобных звезд.

Атмосферы звезд типа R Сев. Короны необычны, они состоят главным образом из атомов углерода. Некоторые из этих звезд по характеру их спектра принадлежат к очень редкому спектральному классу R. Возможно, что ослабления блеска звезд типа R Сев. Короны вызваны эпизодическими помутнениями их атмосфер за счет еще не вполне выясненных причин. Как бы там ни было, звезды эти настолько своеобразны, что читатель, вероятно, найдет время, чтобы посмотреть, какой блеск имеет сейчас R Сев. Короны.

Обратим его внимание еще на две звезды. Гемма, горячая белая звезда, при тщательном изучении оказалась затменно-пе-

ременной и спектрально-двойной звездой с периодом около 17 суток и амплитудой $0^m,1$.

Интересна также еле различимая глазом двойная звезда σ. Она состоит из двух звезд, разделенных промежутком в 6″,6. Обращение в этой системе происходит по очень вытянутой орбите (эксцентриситет 0,78) с периодом в 1000 дней. Более яркий компонент класса F8 — в свою очередь спектрально-двойная звезда с периодом всего 1,14 суток. Таким образом, маленькая звезда σ Сев. Короны, строго говоря, представляет собой любопытную тройную звезду.

## Малый Конь

На всем небе это созвездие вместе с южным созвездием Резца — самые маленькие. Они объединяют лишь по десятку доступных невооруженному глазу звезд. Но и в созвездии Малого Коня есть очень любопытная тройная звезда ε. На расстоянии около 11″ от главной звезды $5^m$ находится спутник $7^m$. Более яркий компонент — в свою очередь двойная, очень тесная звезда, разделяемая только в крупные телескопы. Орбита этой звезды весьма вытянутая (эксцентриситет 0,70), и движение вокруг общего центра масс совершается с периодом в 101 день.

Как видите, кратные системы — довольно частые объекты звездного мира. Их многочисленность служит серьезным аргументом в пользу группового, совместного происхождения звезд, так как объяснить возникновение кратных систем «захватом» одной звезды другою при случайной встрече невозможно.

## Дельфин

Направьте телескоп на γ Дельфина. Звезда эта двойная, и ее главный компонент представляет собой точную копию нашего Солнца. На расстоянии около 10″ от главной желтой звезды $4^m,5$ виден спутник $5^m,5$ — несколько более горячая звезда, кажущаяся зеленоватой. Система эта, бесспорно,— физическая, но период обращения в ней очень велик и, вероятно, составляет несколько тысяч лет. Повторяем, обратите внимание на главную желтую звезду. Оттуда, с нее или, быть может, с окружающих ее планет наше Солнце выглядит совершенно так же.

## Стрела

В этом маленьком созвездии интересных для наблюдения объектов нет если не считать цефеиду S Стрелы, блеск которой за 8,38 суток меняется в пределах от $5^m,8$ до $7^m,0$.

## Лисичка

Планетарные туманности далеко не всегда по своему внешнему облику напоминают диски планет. Последнее является скорее исключением, чем правилом. Формы планетарных туманностей очень сложны и различия, по крайней мере внешние, между ними бывают весьма большими.

В созвездии Лисички есть яркая, крупная (видимые размеры $8' \times 4'$) планетарная туманность, очень причудливая по своей

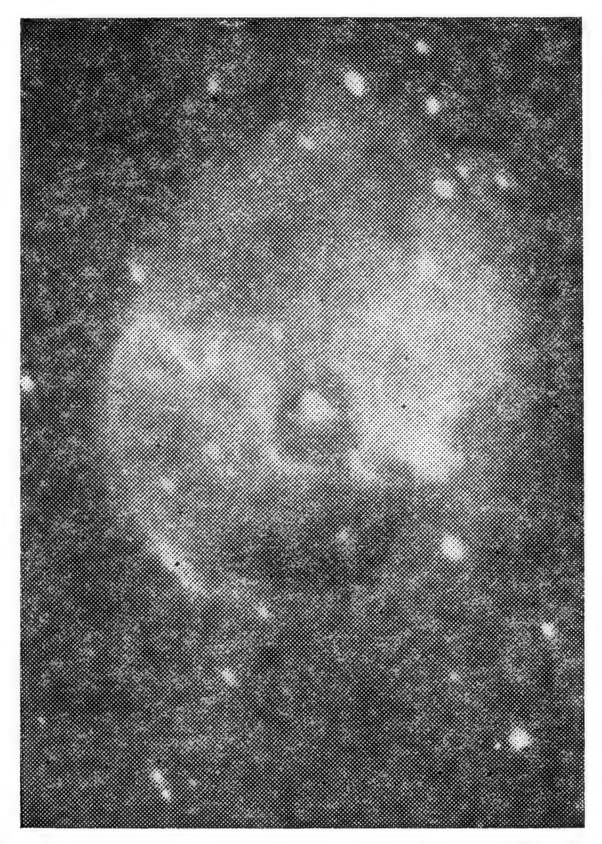


Рис. 66. Планетарная туманность в созвездии Лисички.

форме (рис. 66). Впервые ее заметил Мессье в 1764 г. и занес в свой каталог под номером 27. В бинокль туманность видна вполне отчетливо, а в школьные телескопы можно разглядеть и ее форму.

Как и другие планетарные туманности, она «подсвечивается» находящейся внутри очень горячей звездой, поверхность которой

имеет температуру, равную 100 000°. Читатель, вероятно, помнит на примере планетарной туманности в Лире, что механизм «подсвечивания» выражается в люминесценции атомов туманности под воздействием ультрафиолетового излучения «подсвечивающей» звезды.

Туманность в созвездии Лисички — объект довольно далекий. Нас разделяет 300 пс, и с учетом этого расстояния средний поперечник туманности получается равным 240 000 а. е.

Мы уже упоминали, что происхождение планетарных туманностей пока остается загадкой. Различные гипотезы, рассматривающие эти туманности как продукт извержения газов из атмосфер их центральных звезд, встречают серьезные затруднения. Поэтому советский астроном Г. А. Гурзадян выдвинул гипотезу, рассматривающую планетарные туманности как остатки той первоначальной «дозвездной» материи, из которой сформировалась центральная звезда. Будущее покажет, в какой степени эта идея соответствует действительности.

Как и в созвездии Стрелы, в созвездии Лисички есть сравнительно яркая цефеида T, меняющая блеск от $5^m,9$ до $6^m,8$ за период в 4,44 суток.

## Щит

Это небольшое созвездие, в котором невооруженный глаз насчитывает всего 20 звезд, находится, если можно так выразиться, в самой гуще Млечного Пути. Как раз здесь, в Щите, в темную прозрачную ночь мы ясно видим яркое звездное облако (рис. 67), одно из многих, составляющих Млечный Путь. Особенно хорошо оно заметно в южных районах нашей страны.

В созвездии Щита обратите внимание на два ярких рассеянных звездных скопления. Первое из них, расположенное рядом с долгопериодической переменной R Щита, имеет в диаметре 12′ и насчитывает в своем составе около 200 звезд, главным образом белых гигантов, с некоторой примесью звезд более поздних спектральных классов. Истинный линейный поперечник скопления равен 5,5 пс, а расстояние до него 1600 пс.

Южнее, в противоположной части созвездия, есть менее яркое скопление из 75 звезд, занимающих в пространстве объем с поперечником 6,6 пс. Скопление это — одно из очень далеких, до него 2300 пс.

## Змея

Как уже отмечалось, созвездие Змеи состоит из двух не связанных между собой частей. Западная часть называется Головой Змеи, так как именно эта часть змеиного туловища изображена

здесь на звездной карте. Восточный «кусок» созвездия Змеи называется Хвостом.

В созвездии Змеи стоит обратить внимание прежде всего на две двойные звезды. В голове Змеи есть звезда δ, разделяемая в

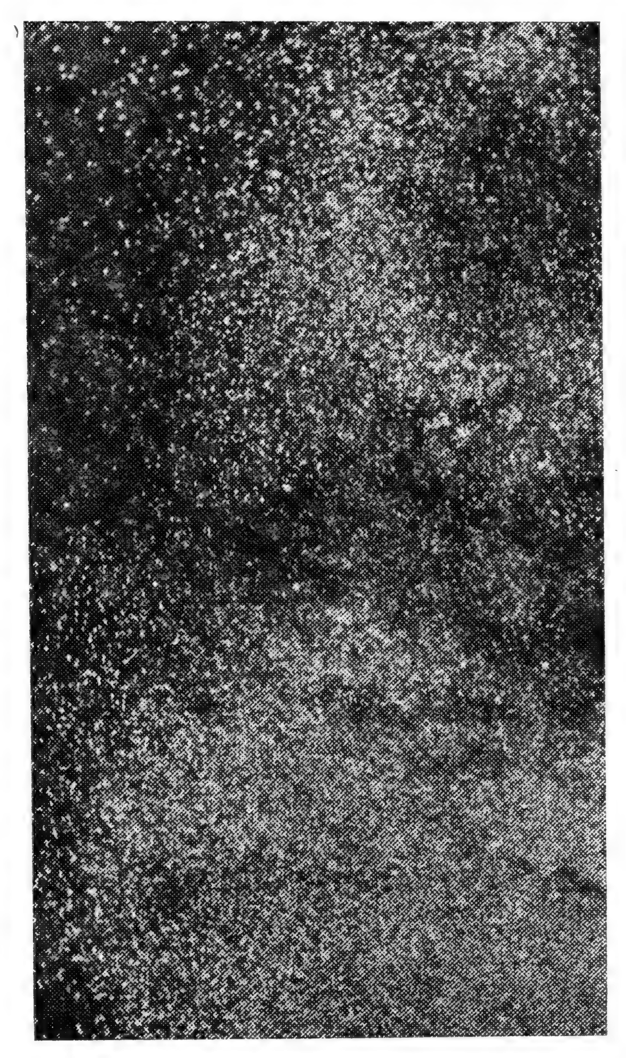


Рис. 67. Млечный Путь в окрестности созвездия Щита.

школьные телескопы на две одинаковые по цвету желтоватые звездочки $4^m,2$ и $5^m,2$, угловое расстояние между которыми близко к $4''$. Пара эта физическая, но с очень большим периодом обращения, измеряемым, по-видимому, многими сотнями лет.

Хвост Змеи также отмечен красивой двойной звездой θ. Две желтые с зеленоватым оттенком звездочки $4^m,5$ и $5^m$ удалены друг от друга на 21″. Хотя расстояние между компонентами огромно, общность собственных движений указывает на физическую взаимосвязь этих звезд.

Читатель, как мы надеемся, уже неоднократно наблюдал шаровые звездные скопления. И все же тот «шар из звезд» М 5, который находится ниже головы Змеи, должен привлечь его внимание. Это — очень яркий звездный рой, красивый даже в бинокль. В школьные телескопы по краям он распадается на отдельные звезды. По своим физическим характеристикам шаровое скопление в Змее напоминает уже знакомый нам «шар из звезд» в Геркулесе (М 13). Расстояние до скопления М 5 равно 8,3 кпс, а объединяет оно примерно 60 000 звезд.

Яркая диффузная туманность М 17 находится на южной границе созвездия Змеи с созвездием Стрельца. На небе она занимает почти такую же площадь, как лунный диск, расстояние до нее равно 1400 пс. Свечение туманности интенсивно возбуждается находящейся внутри нее сверхгорячей звездой класса O.

## Змееносец

В обширном созвездии Змееносца непременно отыщите звездочку $9^m,7$, изученную известным американским астрономом Барнардом. Никак нельзя сказать, даже в условном смысле, что она неподвижна. «Летящая звезда Барнарда», как прозвали ее астрономы, обладает необычно быстрым собственным движением. За год она проходит на небосводе путь в 10″,27, а за 188 лет смещается на величину поперечника лунного диска. Если бы все звезды были столь же непоседливы, фигуры созвездий заметно менялись бы уже на глазах нескольких поколений.

Звезда Барнарда — холодный красный карлик, излучающий света в 2500 раз меньше Солнца. Именно по этой причине, будучи очень близкой к Земле (расстояние 1,8 пс), летящая звезда Барнарда теряется среди великого множества слабых звезд $9^m$ и $10^m$. Но если вам удастся ее отыскать на небе, то за несколько лет наблюдений можно самому в буквальном смысле слова увидеть ее полет в пространстве!

Американский астроном П. Ван де Камп, на протяжении 25 лет изучавший движение в пространстве звезды Барнарда, пришел к выводу, что у этой звезды есть невидимые спутники, отклоняющие ее от почти прямолинейного полета.

По его расчетам спутники звезды Барнарда имеют массы 1,26, 0,63 и 0,89 (в долях массы Юпитера), а периоды обращения — соответственно равные 6,1, 12,4, 24,8 года. Судя по массе, эти невидимые в современные телескопы тела — настоящие планеты,

обращающиеся вокруг своего «солнца» на расстояниях 1,8, 2,9 и 4,5 а. е.

В 1973 году американские астрономы Д. Гэтвуд и Х. Айхорн подвергли сомнению эти выводы Ван де Кампа. Обработав 241 снимок звезды Барнарда, они не нашли тех колебаний в ее собственном движении, на которые ссылался Ван де Камп. Однако самые новейшие и совершенные исследования «летящей Барнарда» подтвердили наличие у нее невидимых планетоподобных спутников. Фотопластинки обрабатывались с помощью ЭВМ. И в собственном движении звезды, и в ее расстояниях до Земли, и наконец, в ее ускорении выявлены устойчивые колебания с периодом 11,7 и 20 лет. Эти возмущения в движении «летящей Барнарда» можно объяснить лишь воздействием на эту звезду двух спутников с массами 0,0058 и 0,0030 от массы звезды (что составляет 0,8 и 0,4 массы Юпитера). Орбиты этих планет мало отличаются от круговых, и лежат они в одной плоскости, как и орбиты крупных планет Солнечной системы.

То, что по соседству с нами оказалась еще одна планетная система, не может быть случайностью. Этот факт доказывает, что планетные системы весьма многочисленны во Вселенной.

Звезда 70 Змееносца — хорошо изученная двойная. Две оранжевые звезды $4^m,2$ и $5^m,9$, разделенные в настоящее время промежутком в $4'',6$, непрерывно обращаются вокруг общего центра масс с периодом в 87,85 года. Большая звезда имеет массу, равную 89% солнечной, масса другого компонента несколько меньше (72% солнечной). Движение совершается по вытянутой орбите с эксцентриситетом 0,50, причем эта пара солнц сравнительно близка к Земле (5,4 пс).

В созвездии Змееносца есть четыре ярких шаровых звездных скопления, объединяющихся в две пары.

Первая пара находится в середине созвездия, несколько ниже небесного экватора (М 12 и М 10). Расстояния до них мало отличаются друг от друга (5,8 и 5,0 кпс). Оба эти скопления содержат примерно равное количество звезд, но в скоплении М 12 горячих звезд относительно больше, чем в М 10.

Два других «звездных шара» можно отыскать вблизи южной границы созвездия (М 62 и М 19). Они одинаково удалены от Земли (6,9 кпс), но М 19 содержит большее количество звезд. В скоплении М 62 звезд меньше и сами звезды в целом несколько холоднее. Мы имеем здесь довольно редкий пример двойного шарового скопления — своеобразный аналог двойной звезды.

Севернее звезды 70 Змееносца расположена планетарная туманность NGC 6572. Она невелика (истинный поперечник 9000 астрономических единиц, что почти в 27 раз меньше поперечника туманности в Лисичке) и не так ярка, как уже известные нам планетарные туманности. Лучам света требуется около 4000 лет, чтобы донести до нас сведения об этом далеком и, в общем, ничем особенно не замечательном объекте.

## Водолей

Звезда $\zeta$ Водолея была разложена на две составляющие еще в 1777 г. С тех пор в этой системе обнаружено орбитальное движение с периодом (по современным данным) в 361 год. Оба компонента — желтоватые звезды $4^m,4$ и $4^m,6$, расстояние между которыми в настоящее время близко к $2''$. Для школьных телескопов это объект безусловно трудный.

Зато наблюдатель будет вознагражден другим объектом созвездия Водолея — уникальной планетарной туманностью NGC 7293 *). Это самая яркая и самая большая на земном небе планетарная туманность. Вот она вполне оправдывает наименование объектов такого типа — в телескоп виден светлый несколько сплюснутый диск. Видимые размеры туманности $15' \times 12'$. Ее истинный средний поперечник близок к 300 000 а. е., что значительно превышает размеры всех остальных известных нам планетарных туманностей.

Эту исполинскую туманность «подсвечивает» совершенно необычная, самая горячая из известных звезд — температура ее поверхности равна 130 000°! Нас отделяет от туманности 180 пс.

В каталоге Мессье под номером 2 числится яркое шаровое скопление, которое, так же как и туманность NGC 7293, является одной из главных достопримечательностей созвездия Водолея. Оно весьма ярко, крупно (видимый поперечник $17'$) и состоит в основном из сравнительно горячих звезд. По количеству звезд оно несколько даже превосходит знаменитое скопление в Геркулесе (М 13), но его удаленность (15,8 кпс) делает его менее эффектным.

## Козерог

В этом невыразительном по очертаниям созвездии выделяются две самые яркие его звезды $\alpha$ и $\beta$. Наведите бинокль на первую из них, и вы легко убедитесь, что она двойная. Но эта пара — оптическая. Составляющие ее две звезды ($\alpha_1$ и $\alpha_2$) вовсе не связаны физически друг с другом, а медленно расходятся в разные стороны. В утешение можно лишь заметить, что каждая из этих звезд — настоящая двойная. Однако обе пары настолько тесны, что школьные телескопы разделить их не в состоянии.

После яркого шарового скопления М 2 звездный рой в созвездии Козерога (М 30), находящийся вблизи звезды $\zeta$, уже не удивит наблюдателя. Он меньше, слабее по блеску, хотя, как и М 2, состоит из сравнительно горячих звезд. Расстояние до него, равное 12,6 кпс, ежесекундно сокращается на 100 км — смещение спектральных линий свидетельствует об этом вполне определенно.

---

*) Находится вблизи $\nu$ Водолея.

Заметим, что движение шаровых скоплений изучено еще плохо, и в лучевых скоростях этих объектов отражена не только «собственная» их скорость, но и скорость нашей Земли в ее сложном полете вокруг центра Галактики.

## Стрелец

Наблюдая галактики, сходные по строению с нашей звездной системой, мы убеждаемся, что в их центральных областях количество звезд в единице объема гораздо больше, чем на периферии. Взгляните, например, на фотографию туманности Андромеды (рис. 40). В центре этой галактики выделяется плотное шарообразное звездное ядро. Звезд здесь так много и расположены они так плотно, что только в 1944 г. американскому астроному Бааде удалось «разрешить» ядро туманности Андромеды на отдельные звезды.

Нет сомнения, что и в нашей Галактике существует подобное звездообразное ядро. По скоростям звезд (их направлениям и величине) можно подсчитать, в каком именно месте земного неба должно быть видно галактическое ядро. Вот какими получились приближенные экваториальные координаты галактического центра:

$$\alpha = 17^{ч}38^{м},\ \delta = -30^\circ \text{ (эпоха 1900 г.)}.$$

С помощью звездной карты легко выяснить, что точка с этими координатами лежит в созвездии Стрельца *). Да, именно в этом созвездии должно наблюдаться величественное ядро Галактики, то массивное скопище звезд, которое своим суммарным притяжением заставляет обращаться вокруг себя остальные звезды Галактики. При этом, разумеется, и звезды самого ядра также обращаются вокруг той же математической точки — общего центра масс всей нашей звездной системы. Галактическое ядро окутано мощными облаками темной пылевой материи, задерживающей видимые лучи. Однако та же космическая пыль свободно пропускает невидимые инфракрасные лучи и радиоволны. Поэтому удается хотя бы отчасти сфотографировать в инфракрасных лучах часть галактического ядра (рис. 68), а также изучать это ядро средствами радиоастрономии.

И все-таки очень интересно отыскать на небе тот участок, где за темной пылевой космической вуалью скрыта самая яркая, самая «звездная» часть нашей Галактики. Если бы межзвездное пространство было совершенно прозрачно, нам не пришлось бы пространными пояснениями указывать местоположение галактического ядра. Это ядро после Солнца и Луны было бы самым

*) Как протяженный объект, ядро Галактики занимает часть созвездий Стрельца, Щита, Скорпиона и Змееносца.

ярким «светилом» земного неба. Огромное, очень яркое «звездное пятно» в созвездии Стрельца обращало бы на себя всеобщее внимание. Оно занимало бы на небе площадь, в сотни раз большую, чем видимая площадь полной Луны. Земные предметы, освещенные галактическим ядром, должны были бы отбрасывать четкие тени.

Природа лишила нас этого великолепного зрелища Тем не менее созвездие Стрельца исключительно богато звездными

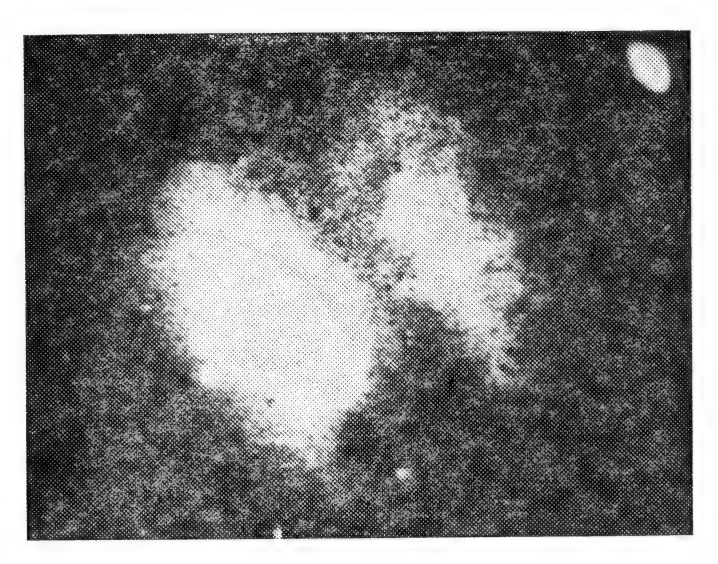


Рис. 68. Фотография в инфракрасных лучах части галактического ядра.

скоплениями и туманностями, вполне доступными для общего обозрения. Они и должны сейчас привлечь наше внимание.

Было бы утомительно описывать в отдельности каждое из десяти ярких звездных скоплений созвездия Стрельца. Проще сообщить основные сведения о них в общей таблице, а затем кратко отметить лишь самые интересные из этих скоплений. Вот эта таблица.

| NGC | M | $\alpha_{1900}$ | $\delta_{1900}$ | $d$ | $m$ | $N$ | $r$, кпс | $D$, пс | Sp | Тип |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ч м | | | $m$ | | | | | |
| 6494 | 23 | 17 51,0 | —19°00′ | 35′ | 6,0 | 120 | 0,6 | 6,0 | B9 | Расс. |
| 6520 | — | 17 57,1 | —27 54 | 5 | 7,5 | 25 | 0,7 | 1,0 | — | » |
| 6531 | 21 | 17 58,6 | —22 30 | 12 | 7,0 | 35 | 1,5 | 5,1 | B0 | » |
| 6603 | 24 | 18 12,7 | —18 39 | 4 | 11 | 50 | 5,0 | 5,8 | — | » |
| 6626 | 28 | 18 22,7 | +6 30 | 15 | 8,5 | — | 4,6 | — | | Шаров. |
| 6656 | 22 | 18 30,3 | —24 00 | 35 | 6,5 | — | 3,0 | 25 | | » |
| 6723 | — | 18 52,8 | —36 46 | 13 | 7,7 | — | 10,0 | — | — | » |
| 6809 | 55 | 19 33,7 | —31 10 | 29 | 7,1 | | 5,8 | 45 | — | » |

В первых двух ее столбцах указаны обозначения скопления в NGC и каталоге Мессье. Два следующих столбца указывают экваториальные координаты скопления для эпохи 1900 г. Затем следуют диаметр скопления в минутах дуги ($d$), его интегральный фотографический блеск ($m$), число входящих в скопление



Рис. 69. Тройная туманность в созвездии Стрельца.

звезд ($N$), расстояние ($r$) в килопарсеках, диаметр в парсеках ($D$), интегральный спектр (Sp) и, наконец, тип скопления.

Из рассеянных скоплений наиболее замечательно M 23. Среди шаровых скоплений обращает на себя внимание самое яркое

на всем звездном небе скопление M 4. Правда, в умеренных широтах из-за низкого положения над горизонтом его наблюдение затруднено, но на юге нашей страны — это великолепный объект для наблюдений. Кстати сказать, скопление M 4 замечательно еще и тем, что из шаровых скоплений оно ближайшее.

Шаровое скопление M 22 примечательно тем, что содержит громадное число звезд (около 7 миллионов). По населенности оно в 14 раз превосходит шаровое скопление в Геркулесе (M 13).

В созвездии Стрельца есть три яркие и крупные диффузные туманности, одна из которых, называемая Тройной, показана на рис. 69. Основные сведения о них приводятся в таблице:

| M | $\alpha_{1900}$ | $\delta_{1900}$ | Размер | $m$ | $m_*$ | $Sp_*$ | $D$, пс | Название |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ч м | | | | | | | |
| 20 | 17 56,3 | −23°02′ | 27′×29′ | 8,5 | 6,9 | O6 | 670 | Тройная |
| 8 | 17 58,0 | −24 23 | 35 ×60 | 5,8 | 6,8 | O5c | 770 | Лагуна |
| 17 | 18 15,0 | −16 13 | 37 ×46 | 7 | 8,9 | A0c | 1000 | Омега |

Под $m$ здесь понимается интегральный фотографический блеск туманности, $m_*$ — блеск «подсвечивающей» туманность звезды, Sp — ее спектр.

Наименования туманностей обычно даются по их внешнему виду, что, впрочем, носит довольно произвольный характер.

Созвездие Стрельца содержит две T-ассоциации. Первая из них объединяет звезды в окрестности туманности M 8, вторая — в окрестности туманности M 20. Удаленность этих ассоциаций почти одинакова (1,3 и 1,4 кпс).

## Скорпион

Вероятно, не все читатели знают, что у планеты Марс на небе есть «соперник». Во всяком случае так думали те, кто назвал Антаресом*) главную звезду созвездия Скорпиона. Эта яркая звезда ($1^m,2$) по своей окраске действительно может соперничать с Марсом. Но Марс, как и все планеты, светит спокойно и ровно. Что же касается Антареса, то близость этой звезды к горизонту заставляет ее сильно мерцать, что, впрочем, только подчеркивает красную окраску Антареса.

Антарес — красный гигант, несколько более горячий, чем Бетельгейзе. Лишь 700 солнц могли бы создать такой же поток излучения, который посылает в пространство один Антарес. Лучу света требуется почти 173 года, чтобы преодолеть расстояние от Антареса до Земли.

*) «Арес» — греческое имя Марса.

На расстоянии 2″,9 от Антареса есть спутник — голубая звездочка $6^m,5$, излучающая света в 17 раз больше Солнца. Из-за значительной разницы в блеске разыскать спутник Антареса в лучах главной звезды нелегко.

Скорпион — то созвездие, где нередко вспыхивают новые звезды. Одна из них, вспыхнувшая в 134 г. до н. э., побудила знаменитого древнегреческого астронома Гиппарха составить перепись звезд — первый в Европе звездный каталог. В те времена вспышки новых звезд, если можно так выразиться, имели большое философское значение: они заставляли сомневаться в ложной, предвзятой идее о неизменности «божественных» небес.

В созвездии Скорпиона очень много различных переменных звезд. Среди них обратим внимание только на одну затменно-переменную μ Скорпиона. Судя по кривой блеска, эта звезда состоит из двух горячих гигантских эллипсоидальных компонентов (спектры B3 и B6), которые обращаются вокруг общего центра масс за 1,45 суток. Блеск звезды при этом меняется в пределах от $3^m,00$ до $3^m,31$ со вторичным минимумом в $3^m,20$.

Звезда β Скорпиона состоит из четырех звезд. На расстоянии 13″,7 от главной горячей белой звезды $2^m,6$ можно отыскать такой же горячий спутник $5^m,1$. Кроме того, β Скорпиона — спектрально-двойная с периодом 6,8 суток. Наконец, на расстоянии 0″,8 она имеет еще один, четвертый спутник $9^m,7$.

Мы много раз встречались с кратными звездами, и здесь снова уместно подчеркнуть, что, по-видимому, двойные и кратные звезды являются скорее правилом, а одиночные звезды — исключением.

Созвездие Скорпиона, как и созвездие Стрельца, очень богато звездными скоплениями.

Основные данные о шести самых ярких из них указаны в следующей таблице:

| NGC | M | $\alpha_{1900}$ | $\delta_{1900}$ | d | m | N | r, кпс | D, пс | Sp | Тип |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ч м | | | | | | | | |
| 6231 | — | 16 47,0 | −41°38′ | 22′ | 6 | 40 | 1,3 | 8,4 | | Рассеян. |
| 6242 | — | 16 48,8 | −39 20 | 10 | 7 | 44 | 0,6 | 1,8 | | » |
| 6405 | 6 | 17 33,5 | −32 09 | 55 | 4,6 | 80 | 0,4 | 6,4 | B5 | » |
| 6416 | — | 17 37,8 | −32 18 | 20 | 7 | 35 | 0,6 | 3,6 | | » |
| 6475 | 7 | 17 47,3 | −35 47 | 70 | 3,5 | 80 | 0,25 | 5,3 | B5 | » |
| 6093 | 80 | 16 11,1 | −22 44 | 7 | 8,4 | — | 11,0 | — | K0 | Шаровое |

Просматривая таблицу, читатель, вероятно, обратил внимание на два замечательных рассеянных скопления М 7 и М 6. Первое из них уступает в интегральном блеске только Плеядам. Это — одно из самых близких к нам и ярких рассеянных

скоплений. Второе (М 6) — несколько дальше и поэтому уступает первому в блеске, хотя количество звезд в них одинаково.

Звезда ζ Скорпиона — самая яркая из всех известных нам звезд. Речь идет, конечно, не о видимом блеске ($3^m,7$), а о *светимости* этой исключительной звезды, которая излучает света почти в 400 000 раз больше, чем Солнце! К сожалению, из-за большого южного склонения ($\delta = -42°12'$) эта звезда доступна для наблюдения только в южных районах нашей страны.

Из рассмотренных нами созвездий Скорпион — самое южное. Его южная граница отстоит от небесного экватора на 45°, и потому в средней полосе СССР созвездие Скорпиона видно лишь частично. Тем самым, закончив обзор доступных для наблюдения созвездий, мы подошли к границам невидимой в СССР части южного полушария звездного неба.

# ЗВЕЗДНОЕ НЕБО АНТАРКТИДЫ

Мы не собираемся подробно описывать южное звездное небо — наша книга предназначена для советских читателей, жителей северного полушария Земли. Но поездки и командировки в южные страны сейчас далеко не редкость, и, быть может, кое-кто из читателей окажется под южным звездным небом. Тогда тот общий обзор, который мы сейчас дадим, поможет ему разобраться в этой незнакомой картине. По красоте южное небо нисколько не уступает северному.

Перенесемся мысленно в центр, сердцевину сурового антарктического материка, в ту точку, где, пронизывая земную поверхность, устремляется в блещущую звездами бесконечность воображаемая земная ось (см. Приложение VI, 5).

Эта ось не встречает на своем пути какую-нибудь мало-мальски яркую звезду, хотя бы не уступающую в блеске Полярной. Южный полюс мира расположен в крайне бедном яркими звездами созвездии Октанта. В этом довольно обширном созвездии есть только три звезды ярче $5^m$. Все они далеки от небесного полюса. Роль Полярной звезды на южном небе выполняет еле заметная звездочка $6^m$ $\sigma$ Октанта, отстоящая от полюса на 54′. Среди звезд, доступных невооруженному глазу, $\sigma$ Октанта ближе других к южному полюсу мира. Однако из-за незначительности видимого блеска она никогда не могла, подобно Полярной, играть роль путеводной звезды.

На небе, наблюдаемом с южного полюса, прежде всего обращают на себя внимание пять незнакомых очень ярких звезд. Самая яркая из них уступает в блеске только Сириусу. Это Канопус, главная звезда созвездия Киля. Несмотря на значительную удаленность от Земли (до Канопуса 180 световых лет), $\alpha$ Киля успешно соперничает с Сириусом, достигая на земном небе блеска звезды — $0^m,9$. Канопус — желтоватый сверхгигант с температурой поверхности в 7600°. По диаметру он в 85 раз, а по светимости в 1900 раз превосходит Солнце.

Привлекает внимание и Ахернар — главная звезда уже знакомого нам созвездия Эридана. Белый сверхгигант с температурой поверхности в 15 000°, излучающий свет в 800 раз интенсивнее Солнца и превосходящий его по диаметру в 3,4 раза,— таковы основные физические характеристики Ахернара. На земном небе это звезда $0^m,6$, расстояние до нее 43,5 пс.

Три остальные очень яркие звезды расположены на небе по соседству: это $\alpha$ Центавра, $\beta$ Центавра и $\alpha$ Южного Креста. Блеск их соответственно равен $0^m,3$, $0^m,9$ и $1^m,4$, так что $\alpha$ Центавра — третья по блеску звезда на земном небе (после Сириуса и Канопуса).

Звезды $\beta$ Центавра и $\alpha$ Южного Креста похожи друг на друга. Это очень горячие голубовато-белые гиганты с температурой поверхности в 22 500°, излучающие света соответственно в 800 и

900 раз больше Солнца. Расстояния до них примерно одинаковы (62,5 и 67 пс).

На высоте 30° видна еще одна яркая звезда, доступная и наблюдателям северного полушария. Это Фомальгаут или α Южной Рыбы, которую у нас можно наблюдать летними ночами низко над горизонтом в южной половине неба. Она ничем особенно не замечательна. Это — белая звезда умеренных размеров, напоминающая по физическим характеристикам Сириус или Альтаир. По светимости она всего в 11 раз, а по диаметру в 3,2 раза превосходит Солнце. Фомальгаут — одна из близких звезд, до нее всего 70 пс.

Рассмотрите внимательно карту южного звездного неба. Среди незнакомых созвездий мало таких, которые имели бы выразительные, запоминающиеся очертания. Наиболее красивое из них — знаменитое созвездие Южного Креста. Так оно названо было впервые еще современниками Магеллана (XVI в.). Действительно, четыре яркие звезды (α, β, γ, δ) могут быть приняты за оконечности воображаемого небесного креста.

Рядом — созвездие Центавра, характерное треугольником из ярких звезд (α, β, ε). В созвездиях Киля, Кормы и Парусов, которые когда-то были объединены в одно созвездие Корабля Арго, много ярких, но беспорядочно разбросанных звезд. Никакого внешнего сходства с силуэтом старинного корабля здесь усмотреть невозможно. Еще менее соответствуют своим наименованиям остальные незнакомые созвездия южного неба, такие, например, как Хамелеон, Живописец и другие.

На звездном небе Антарктиды можно в телескоп отыскать множество двойных, кратных звезд, звездных скоплений и туманностей. Выберем из них только самые замечательные или вовсе уникальные, подобные которым не встречаются на нашем небе.

Главная достопримечательность неба Антарктиды — это, бесспорно, Толиман, или α Центавра, ближайшая к нам звезда. Увидеть это соседнее солнце — заветное желание каждого любителя астрономии. Но если этому желанию и не суждено осуществиться, все же полезно узнать подробности о ближайшей звезде.

Альфа Центавра — тройная звезда. Главная желтая звезда, очень похожая на Солнце, имеет на угловом удалении в $17'',7$ очень яркий оранжевый спутник $1^m,7$. По светимости этот спутник почти втрое уступает Солнцу, а его поверхность имеет температуру всего 4400°. По массе и размерам обе звезды сходны с Солнцем, а период обращения в этой паре составляет почти 80 лет. Третий компонент в этой тройной системе — звезда Прóксима (т. е. «Ближайшая») Центавра. Она на 2400 а. е. ближе к нам, чем главная желтая звезда.

Проксима Центавра — холодный красный карлик, испускающий света в 20 000 раз меньше, чем Солнце. Угловое расстояние между Проксимой и главными компонентами α Центавра очень велико, примерно около четырех видимых лунных поперечников.

Если бы Проксиму можно было заменить хотя бы такой заурядной звездой как Солнце, $\alpha$ Центавра превратилась бы в красивейшую тройную звезду земного неба. Но Проксима — красная звездочка 11-й звездной величины, совершенно теряющаяся среди множества других телескопических звезд. Период обращения Проксимы вокруг общего центра масс системы очень велик и уж во всяком случае не меньше нескольких тысяч лет.

Есть ли какие-нибудь шансы на то, что вокруг этих трех ближайших звезд обращаются обитаемые планеты? В отношении Проксимы Центавра ответ должен быть, по-видимому, отрицательным. Эта звезда слишком мала и холодна, чтобы быть, подобно нашему Солнцу, источником жизни. К тому же она принадлежит к классу вспыхивающих звезд типа UV Кита, а резкие колебания излучения вредоносны для живых организмов.

Другое дело главные компоненты тройной системы Альфа Центавра, обозначаемые A и B. Американский астроном С. Доул рассчитал для этих звезд размеры их экосфер, то есть областей, пригодных для земноподобной жизни. Говоря точнее, в пределах экосфер Доула физические условия таковы, что при наличии там земноподобных планет л ю д и на этих планетах могли бы жить без специальных защитных средств (например, типа скафандров) *). Оказалось, что для обоих компонентов A и B радиусы их экосфер (в пределах которых могут существовать устойчивые планетные орбиты) соответственно равны 2,68 а. е. и 2,34 а. е. Вероятность же того, что около этих звезд есть обитаемые земноподобные планеты по Доулу, близка к 0,05. Иначе говоря, есть один шанс против двадцати, что в системе б л и ж а й ш е й к нам тройной звезды есть обитаемые планеты!

В созвездии Киля есть два очень ярких и близких к нам рассеянных звездных скопления. Их координаты для эпохи 1900 г.:

$$\alpha = 9^{ч}59^{м},5, \quad \delta = -59°38' \quad и \quad \alpha = 10^{ч}02^{м},2, \quad \delta = -58°08'.$$

Первое из них состоит из 160 звезд, второе — из 130. Оба удалены от Земли на одинаковое расстояние — 400 *пс*.

Весьма эффектны два шаровых звездных скопления 47 Тукана и $\omega$ Центавра. Их интегральный блеск близок к $5^m$, а видимые поперечники соответственно равны 54′ и 65′, что значительно превосходит угловые поперечники всех остальных шаровых звездных скоплений. Расстояние до них 5,8 и 5,0 кпс. Скопление 47 Тукана — самое обильное из известных шаровых звездных скоплений. Оно объединяет десятки миллионов звезд!

Но вот что совершенно уникально, так это знаменитые Магеллановы Облака, Большое и Малое. Первое из них видно в созвездии Золотой Рыбы, второе — в созвездии Тукана. В темную звездную ночь они действительно похожи на какие-то странные, как

*) См. подробнее в кн.: Д о у л С. Планеты для людей.— М.: Наука, 1974.

будто фосфоресцирующие неподвижные облака. Впрочем, спустя какие-нибудь полчаса мы убеждаемся, что Магеллановы Облака движутся вместе со всем звездным небом, и при этом их расположение относительно звезд остается неизменным — важный признак их космической природы.

Большое Облако (рис. 70) по форме отдаленно напоминает знакомое по школьным урокам сегнерово колесо, Малое Облако — тренировочную боксерскую «грушу» (рис. 71). На небе Магеллановы Облака занимают значительную площадь. Большое Облако имеет поперечник 12°, что в 24 раза превосходит поперечник лунного диска, Малое — 8°.

Впервые Магеллановы Облака были описаны спутником Магеллана и его биографом Пигафеттой. Очевидцы всегда отмечают сходство облаков с Млечным Путем: Магеллановы Облака кажутся его оторванными кусками.

Сходство здесь не только внешнее. Телескопические наблюдения раскрывают звездную природу этих удивительных образований. Да, это огромные, самые близкие к нам звездные системы, спутники нашей Галактики. Они включают в себя многие десятки миллионов звезд, среди которых открыто более 2000 переменных, несколько десятков звездных скоплений и туманностей. Почти 165 000 лет требуется лучу света, чтобы долететь до Магеллановых Облаков, тогда как расстояния между их центрами примерно вдвое меньше.

Магеллановы Облака по истинным размерам значительно уступают и нашей Галактике, и туманности Андромеды. Но все же Большое Облако имеет поперечник около 20 000, а Малое — около 17 000 световых лет. Большое Облако сравнимо с галактикой М 33 из созвездия Треугольника (поперечник 9 кпс), и если бы не близость к нашей Галактике, оба облака можно было бы считать полноценными самостоятельными звездными системами.

Весьма вероятно, что Магеллановы Облака обращаются вокруг общего центра тяжести. Вместе с нашей Галактикой они образуют тройную звездную систему — аналог тройной звезды. Периоды обращения в этой системе весьма велики и составляют скорее всего сотни миллионов, а то и миллиарды лет. Заметим, что оба Облака погружены в тончайшую общую газовую вуаль из нейтрального водорода.

В Большом Магеллановом Облаке примерно 75% переменных звезд принадлежит к типу цефеид. Оно содержит около 6000 звездных скоплений и отдельные звезды, рекордные по своей светимости. Так, например, затменная переменная S Золотой Рыбы имеет светимость −9,4 зв. вел., т. е. она в сотни тысяч раз ярче Солнца! Оба ее компонента — одни из самых ярких и крупных звезд. Диаметр наибольшего из них в 1400 раз больше поперечника Солнца!

В центре Большого Магелланова Облака находится исполинская газово-пылевая диффузная туманность, названная

Рис. 70. Большое Магелланово Облако.

Рис. 71. Малое Магелланово Облако.

Тарантулом. Ее масса равна пяти миллионам солнечных масс, и она считается рекордсменом среди космических объектов подобного типа. Всего же в Большом Магеллановом Облаке зарегистрировано 115 диффузных туманностей. Их общая масса составляет примерно 5—9 процентов от общей массы Облака.

В небольшом южном созвездии Сетка, расположенном по соседству с Ахернаром и созвездием Золотой Рыбы, есть любопытная двойная звезда 5-й зв. вел. Дзета ($\zeta$). Расстояние до этой пары звезд составляет 37 св. лет, тогда как дистанцию между ними луч света пробегает всего за несколько недель. Обе эти звезды $\zeta^1$ и $\zeta^2$ Сетки представляют собой почти точные копии нашего Солнца. Если бы наше дневное светило подменить любой из них, никто из землян (кроме астрономов) этого бы, вероятно, и не заметил. Обе звезды, составляющие систему $\zeta$ Сетки, обращаются вокруг общего центра масс примерно за 100 000 лет. По своим физическим свойствам они таковы, что около них могли бы существовать обитаемые земноподобные планеты. Звездное небо для этих гипотетических разумных существ выглядит необычно. На нем постоянно была бы видна звезда — спутник, в сотню раз более яркая, чем Венера на земном небе. В телескопы такой же мощности, как земные, можно было бы у в и д е т ь планеты вокруг этой соседней звезды. Как знать, быть может, близость соседнего солнца, всего в 100 раз более далекого, чем Плутон от Земли, стимулировала развитие межзвездных средств связи и обитатели системы $\zeta$ Сетки давно уже освоили межзвездные перелеты?

Некоторые звезды южного полушария звездного неба совершенно недоступны жителям Советского Союза. В эту «невидимую» зону, к сожалению, попадают и Магеллановы Облака, и $\alpha$ Центавра, и почти все остальные отмеченные нами достопримечательности. Но вот, например, Канопус может быть видим на самом юге нашей страны (южнее широты 38°) зимними ночами очень низко над горизонтом.

Для читателя, вероятно, представит известный «спортивный интерес» наблюдение некоторых «типичных» южных созвездий. Поэтому отметим, что, например, москвичи в южной половине неба низко над горизонтом могут наблюдать частично следующие южные созвездия: осенними вечерами — созвездия Южной Рыбы (с Фомальгаутом), Скульптора, Печи; зимними вечерами — созвездия Резца, Голубя, Кормы, Компаса; весенними вечерами — созвездия Насоса, Центавра, Волка; летними вечерами — созвездие Микроскопа.

С другой стороны, любопытно отметить, что на Южном полюсе, в самом центре Антарктиды, можно видеть много хорошо знакомых нам созвездий, таких, например, как Большой Пес (с Сириусом), Скорпион, Стрелец, Козерог и многие другие. Наблюдая эти созвездия у себя на Родине, помните, что они составляют украшение, и притом постоянное, звездного неба Антарктиды.

# МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ, ЗОДИАК И ПЛАНЕТЫ

Млечный Путь представляет собой слабосветящуюся, с неровными и неопределенными очертаниями полосу, опоясывающую все небо. Ширина ее различна — в наиболее широких местах больше 15°, в самых узких всего несколько градусов.

Млечный Путь проходит по следующим созвездиям: Единорог, Малый Пес, Орион, Близнецы, Телец, Возничий, Персей, Жираф, Кассиопея, Андромеда, Цефей, Ящерица, Лебедь, Лисичка, Лира, Стрела, Орел, Щит, Стрелец, Змееносец, Южная Корона, Скорпион, Наугольник, Волк, Южный Треугольник, Центавр, Циркуль, Южный Крест, Муха, Киль, Парус, Корма.

Глаз сразу обнаруживает клочковатое строение Млечного Пути. Он очень неоднороден и наряду с тусклыми, еле заметными его участками есть «звездные облака» настолько яркие, что их иногда можно даже спутать с обычными дождевыми облаками. Эта особенность структуры Млечного Пути вызвана в основном двумя причинами: 1) действительной неравномерностью распределения звезд в Галактике, где звездные облака можно рассматривать как своеобразные структурные детали; 2) наличием поглощающей среды, которая в виде темных туманностей самых разных форм и размеров придает Млечному Пути причудливые очертания. К этому можно добавить, что видимая на земном небе концентрация звезд в области Млечного Пути вызвана, как уже говорилось, дископодобной формой Галактики. Если бы наша звездная система напоминала по своему строению шаровое скопление и мы находились вблизи его центра, никакого Млечного Пути на небе не было бы. Звезды были бы рассеяны по всему небосводу почти равномерно.

Внутри Млечного Пути можно наметить некоторую среднюю линию, называемую *галактическим экватором*. На небесной сфере она представляет собой большой круг, наклоненный к плоскости небесного экватора под углом 62°. Небесный экватор и галактический экватор пересекаются в двух точках, расположенных в созвездиях Орла и Единорога. Точки, удаленные на 90° от галактического экватора, называются *полюсами Галактики*. Северный полюс Галактики лежит в созвездии Волос Вероники ($\alpha = 12^ч40^м$, $\delta = +28°$), а южный полюс — в созвездии Скульптора ($\alpha = 0^ч40^м$, $\delta = -28°$). При изучении Галактики удобно пользоваться так называемой галактической системой координат, в которой основным большим кругом выбран галактический экватор.

Самое удобное время для наблюдения Млечного Пути — темные ночи августа и первой половины сентября. Клочковатость Млечного Пути хорошо заметна в созвездии Лебедя. Но особенно замечательно очень яркое и плотное звездное облако в созвездии Щита. Несколько ярких звездных облаков можно увидеть и в созвездии Стрельца, но из-за низкого положения над горизонтом они менее эффектны, чем в Щите.

Начиная от Денеба, Млечный Путь ниспадает к горизонту двумя сияющими потоками. Темный промежуток между ними («Великая щель», как иногда его именуют), по-видимому, вызван многочисленными и сравнительно близкими к нам темными туманностями, которые заслоняют расположенные за ними яркие области Млечного Пути. В южном полушарии неба, вблизи Южного Креста, можно наблюдать знаменитый «Угольный мешок» — зияющий чернотой провал в Млечном Пути, который наблюдатели XVII в. и впрямь считали «отверстием в небе». На самом деле и здесь перед нами темное облако космического «дыма», мешающее рассмотреть манящие нас звездные дали.

Для знакомства со структурой Млечного Пути читатель может воспользоваться картами, данными в Приложениях VI и VII. Наблюдение невооруженным глазом здесь надо сочетать с изучением структурных деталей Млечного Пути в бинокль. Вряд ли стоит говорить о пользе таких наблюдений — ведь тот, кто их ведет, наглядно, собственными глазами убеждается в сложности строения Галактики, в наличии колоссальных масс темного, поглощающего свет космического вещества.

Завершая наш рассказ о звездном небе, мы должны привлечь внимание читателя и к тем внешне звездообразным светилам, которые своим присутствием зачастую «портят» привычные очертания созвездий и могут породить у новичка досадное недоумение. Речь идет о *планетах*, причем не о всех, а только о самых ярких (рис. 72)*).

Мы исключаем Меркурий, который постоянно скрывается в лучах зари и никогда у нас не виден на фоне звездного неба. Изучению созвездий никак не могут помешать и такие планеты, как Уран, Нептун и Плутон, блеск которых невелик. По тем же причинам не могут служить помехой и малые планеты — астероиды. Но зато четыре планеты — Венера, Марс, Юпитер и Сатурн — принадлежат к числу самых ярких светил земного неба, и спутать их с яркими звездами новичку очень легко. Чтобы этого не произошло, надо твердо запомнить те двенадцать созвездий Зодиака, о которых уже была речь. К ним прибавим и Змееносец — созвездие, официально не причисленное к Зодиаку, но содержащее значительный участок эклиптики.

Венера, Марс, Юпитер и Сатурн могут наблюдаться на земном небе *только в зодиакальных созвездиях*. Второй их характерный признак — в отличие от ярких звезд планеты заметно не мерцают. Оговоримся, что очень низко над горизонтом или при весьма неспокойной атмосфере мерцают и планеты.

Каждая из перечисленных планет имеет характерную окраску. Венера выглядит ослепительно белой, Юпитер — желтовато-бе-

---

*) Надо, однако, иметь в виду, что при наблюдениях в бинокль или телескоп можно иногда увидеть «звездочку», не помеченную на карте,— далекую комету или астероид.

лым, Марс — красноватым, а Сатурн — тускло-желтым. Венера бывает видна в западной или восточной части небосвода и появляется (исчезает) в лучах вечерней (утренней) зари раньше (позже) всех звезд. Марс, Юпитер и Сатурн могут быть видны в любой час ночи.

Расстояние планет от Земли и Солнца непрерывно меняется, а потому все время изменяется и их блеск. Из всех планет наиболее ярка Венера, ее максимальный блеск $-4^m,8$. Максимальный

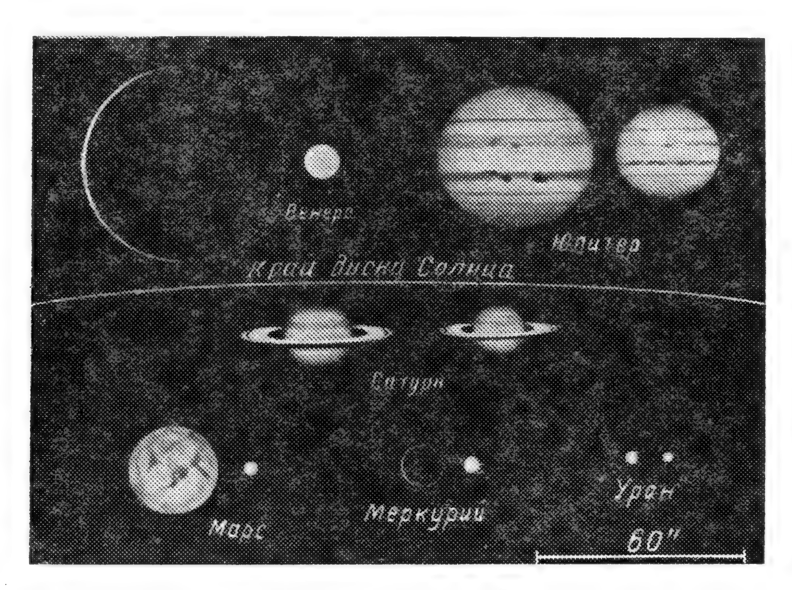



Рис. 72. Относительные видимые размеры планет при наибольшем и наименьшем удалении от Земли и их внешний облик при наблюдении в небольшой телескоп.

блеск Марса $-1^m,6$, Юпитера $-2^m,3$, Сатурна $-0^m,9$. Надо помнить, что блеск всех этих планет меняется в очень значительных пределах, и, например, в периоды удаленности от Земли Марс выглядит ничем не замечательной красноватой звездочкой $2^m$.

Наконец, главная особенность планет — этих «блуждающих светил» — перемещение на фоне созвездий. Если отметить возможно точное положение планеты на звездной карте и затем повторить наблюдение через две-три недели, смещение планеты среди звезд (кроме, может быть, Сатурна) станет очевидным.

Обнаружив планету, естественно направить на нее телескоп. К сожалению, с любительскими средствами исследования мало что можно увидеть на планетах. Тем не менее любители астрономии внесли существенный вклад в планетную астрономию. Даже теперь, когда планеты исследуются не только с помощью мощных оптических и радиотелескопов, но и непосредственно космически-

ми автоматическими зондами, любители астрономии могут кое в чем помочь профессионалам-астрономам. Об этом подробно рассказано в книге: Бронштэн В. А. Планеты и их наблюдение. — М.: Наука, 1979. Здесь же мы кратко познакомим читателя с тем, что можно увидеть на планетах в небольшой любительский телескоп и какое объяснение наблюдаемой картине дает современная астрономия. Основные сведения о планетах даны в Приложении V.

Ближайшая к Солнцу планета Меркурий редко оказывается в положении, удобном для наблюдений. Обычно она скрывается в солнечных лучах и лишь в периоды наибольших *элонгаций* (наибольшего видимого углового удаления от Солнца) Меркурий становится видимым даже невооруженным глазом. Однако и в эти моменты он отходит от Солнца не более, чем на 28°, так что ближайшую к Солнцу планету всегда приходится наблюдать в лучах утренней или вечерней зари. Наиболее благоприятные условия видимости Меркурия повторяются каждые 348 суток, то есть почти через год.

В телескоп Меркурий похож на крошечную Луну. Как и наш спутник, Меркурий меняет свои фазы, но не все из них доступны наблюдению. В периоды восточных и западных элонгаций Меркурий выглядит, как Луна в фазе, близкой к первой или последней четверти. В небольшие телескопы на его поверхности никаких деталей не видно.

Лишь несколько лет назад астрономы убедились, что Меркурий по внешнему облику очень похож на Луну. Настолько похож, что только специалист сможет различить по снимкам деталей поверхности, где снят Меркурий, а где Луна. Поверхность Меркурия испещрена кратерами, очень похожими на лунные.

В полдень на экваторе Меркурия температура достигает почти 500 °С, опускаясь ночью до −160 °С. Эти необычайно резкие колебания температуры вызваны практически полным отсутствием атмосферы на планете. Разреженная газовая вуаль, окутывающая Меркурий и состоящая в основном из водорода, кислорода и гелия, по плотности в биллионы ($10^{12}$) раз уступает земной атмосфере.

В отличие от Меркурия Венера — гораздо более удобная для наблюдений планета. В периоды наибольших элонгаций она отходит от Солнца на 48° и сияет ослепительно ярко по вечерам на западе или по утрам на востоке. После Солнца и Луны это самое яркое светило на земном небе. Периоды благоприятных условий для наблюдения Венеры растягиваются на несколько месяцев.

В телескоп хорошо видны фазы Венеры. Когда она выглядит узеньким серпиком, иногда можно заметить удлинение ее рогов, заходящих за пределы полукруга. Вызвано это явление мощной и плотной атмосферой Венеры, верхние, освещенные Солнцем слои которой и создают эффект «удлинения рогов». К сожалению, на поверхности Венеры в лучшем случае удается разглядеть какие-то непостоянные сероватые пятна, представляющие собой скорее все-

го обман зрения. Густой облачный покров скрывает от нас твердую поверхность планеты и рассмотреть какие-либо ее детали в телескоп невозможно.

Будучи по размерам близкой к Земле, Венера резко отличается от нее по своей физической природе. Ее атмосфера на 97% состоит из углекислого газа. В качестве главной примеси в ней содержатся азот (около 2%), а на долю водяного пара приходится всего около 1%. Что же касается кислорода, столь обильного в земной атмосфере (21%), то на Венере его меньше 0,1%.

Химический состав облаков Венеры окончательно не установлен, но заведомо эти облака не похожи на земные. Скорее всего в них присутствуют ядовитые соединения ртути с серой или хлором, а также капельки соляной и серной кислот (!).

Подобно ватному одеялу, облачная атмосфера Венеры создает «парниковый» эффект, то есть удерживает тепло, полученное твердой поверхностью планеты от Солнца. За счет этого температура под облаками на поверхности Венеры близка к 500 °С, а атмосферное давление к 100 атм. Очевидно, что в таких условиях существование открытых водоемов исключено и вся поверхность Венеры суха и пустынна. Телевизионные панорамы, переданные в 1975 году с поверхности Венеры советскими автоматическими станциями «Венера-9» и «Венера-10», показывают обилие камней разной формы и размеров, отбрасывающих тени. Последняя деталь свидетельствует о том, что несмотря на облака, освещенность поверхности Венеры достаточно велика, что, впрочем, мало смягчает общую мрачную обстановку на этой планете.

Средствами радиолокации изучен рельеф Венеры. Выяснилось, что на Венере есть горы, вдвое более высокие, чем на Луне. Имеются и протяженные возвышенности высотой около 2 км, тянущиеся в длину на 150 км. Самое же характерное — обилие кратеров, особенно многочисленных на экваторе планеты. Наибольший из них имеет диаметр 160 км и глубину 400 м. Большинство кратеров имеют метеоритное происхождение, и образовались они тогда, когда Венера еще не была защищена от метеоритов атмосферной оболочкой. Наряду с возвышенностями, на Венере есть и обширные ровные участки, еще более гладкие, чем лунные «моря».

Обилие камней и другие факты, по-видимому, свидетельствуют о высокой вулканической активности Венеры как в прошлом, так и в настоящем. Радиолокаторы «нащупали» на Венере вулкан, высотой около 1 км с диаметром основания около 400 м. Выявлены и другие следы тектонической активности (разлом в коре длиной 1500 км, шириной 150 км и глубиной 2 км, следы сбросовых движений и др.). Специальные анализаторы на советских автоматических станциях «Венера-9» и «Венера-10» сообщили на Землю, что по содержанию радиоактивных элементов камни Венеры похожи на земные базальты и, вероятно, имеют магматическое происхождение. Есть и другие черты сходства земных изверженных пород и камней Венеры.

К сказанному можно добавить, что в атмосфере Венеры постоянно дуют сильные ветры, так что название «Планета Бурь», как Венеру назвал известный советский писатель-фантаст А. П. Казанцев, вполне соответствует нынешним сведениям о соседней планете. Она оказалась удивительно мрачным миром, совсем не похожим на нашу родную планету. Прежние фантазии о красивых рощах Венеры и праздниках с иллюминациями, которые регулярно устраивают ее разумные обитатели (так объясняли «пепельный свет» Венеры!), пришлось сдать в архив многих романтических заблуждений человечества.

Марс на протяжении почти века был самой популярной из планет. Его знаменитые «каналы», открытые в 1877 г. Дж. Скиапарелли и позже во всех подробностях изученные П. Ловеллом, долгое время рассматривались многими (в том числе и автором этой книги) как убедительное доказательство существования марсиан — разумных обитателей соседней планеты. Снимки Марса, полученные в 1965 г. с близкого расстояния американской автоматической космической станцией «Маринер-4», принесли горькое разочарование защитникам гипотез об обитаемости Марса. Кратерный ландшафт, зафиксированный на снимках, придавал Марсу сходство с безжизненной Луной. Дальнейшие исследования показали с полной очевидностью, что если на Марсе и есть жизнь, то лишь в самых примитивных ее формах.

В небольшой телескоп Марс выглядит красновато-оранжевым диском, на котором при хороших атмосферных условиях иногда удается разглядеть голубовато-серые пятна «морей» и крошечные белые полярные шапки. Большие подробности видны лишь в крупные телескопы. Противостояния Марса, т. е. моменты его максимального сближения с Землей, повторяются через 780 суток, то есть примерно раз в два года, а в периоды противостояний благоприятные условия для наблюдений Марса растягиваются на много месяцев.

Уступая Земле в размерах и массе, Марс окружен гораздо более разреженной атмосферой, чем Земля. У поверхности Марса плотность его атмосферы в 200 раз меньше плотности комнатного воздуха. Дышать такой атмосферой человек бы не смог не только из-за ее разряженности, но и потому, что она почти полностью состоит из углекислого газа. На долю аргона и азота приходится не более 2% ее массы, а водяные пары, молекулярный кислород и окись углерода присутствуют в атмосфере Марса лишь в качестве незначительных примесей.

Изредка в атмосфере Марса наблюдаются легкие белые облака, а гораздо чаще облака желтой пыли, поднимаемые с поверхности планеты во время мощных пылевых бурь. На экваторе Марса в полдень температура поднимается до 30 °C, но ночью здесь же морозы достигают −80 °C. Самые холодные области находятся у полюсов Марса, где зафиксированы температуры до −130 °C. Полярные шапки Марса состоят в основном из замерзшей углекисло-

ты — того «сухого льда», который употребляют для сохранения мороженого. Есть в марсианских полярных шапках и обычный водяной лед, количество которого, однако, пока оценить не удалось. Вполне возможно, что под почвой Марса (как на Земле в районах вечной мерзлоты) скрыты значительные запасы «водяного» льда.

Красновато-оранжевый цвет Марса создается его «материками», поверхность которых покрыта напоминающим ржавчину лимонитом — гидратом окиси железа ($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$). Природа «морей» Марса пока не выяснена. Возможно, что они покрыты какими-то минералами, способными темнеть при сезонных увлажнениях атмосферы. То же можно сказать и о «каналах», часть которых оказалась мощными разломами в марсианской коре. Удивительная сохранность «морей», не засыпаемых песком при частых пылевых бурях, заставляет оптимистов полагать, что эти районы Марса, быть может, все-таки покрыты какой-то растительностью, способной противостоять песчаным заносам.

Рельеф Марса напоминает лунный. Здесь также много кратеров, вероятно, метеоритного происхождения. Есть, впрочем, и вулканы, крупнейший из которых (вулкан Олимп) с поперечником у основания 600 км достигает в высоту 22 км. На вершине вулкана находится *кальдера* (своеобразная форма вулканического происхождения, возникающая вследствие провала вулканического конуса, а иногда и части окружающей местности) диаметром 80 км. Вулкан Олимп — самая крупная гора в Солнечной системе.

Следы вулканической активности Марса проявляются и в разломах его коры, крупнейший из которых при глубине 6 км и ширине 120 км простирается в длину на 4000 км! В среднем поверхность «материков» лежит на 3 км выше уровня «морей».

На Марсе в некоторых районах видны образования, похожие на дюны,— следы деятельности марсианских ветров. Самые же удивительные детали рельефа Марса — извилистые углубления, напоминающие русла высохших рек. Есть и другие явные следы водной эрозии в форме мощных оврагов с типичными частично разрушенными водой стенками.

Многое говорит о том, что когда-то на Марсе в изобилии текла вода, образуя реки и озера. В ту пору и атмосфера Марса была насыщена облаками и водяными парами. Вполне возможно, что тогда на Марсе существовала и жизнь. Почему все это исчезло и Марс приобрел унылое сходство с Луной, пока неясно. Прямые поиски следов жизни на Марсе, предпринятые в 1976 году с помощью автоматических станций «Викинг» (США), не дали определенных результатов. Многие тайны Марса еще не раскрыты и ждут своих исследователей. Скорее всего именно Марс станет первой из планет, на которую высадятся земные космонавты.

Величайшая из планет Солнечной системы Юпитер возглавляет группу планет-гигантов, по своим свойствам резко отличающихся от планет земного типа. К ней принадлежат кроме Юпитера также Сатурн, Уран и Нептун.

Даже в небольшие телескопы Юпитер представляет собой очень любопытное зрелище. Сразу же обращает на себя внимание хорошо заметная сплюснутость его диска — результат быстрого вращения Юпитера вокруг оси. Сутки на Юпитере продолжаются всего $9^ч50^м40^с$, тогда как год Юпитера длится почти 12 земных лет.

На поверхности Юпитера всегда видны сероватые полосы, тянущиеся параллельно его экватору. Чем крупнее телескоп, тем больше полос различит наблюдатель. Становятся заметными и «полярные шапки» Юпитера — сероватые полярные области его атмосферы, по физической природе не имеющие ничего общего с полярными шапками Земли или Марса.

Полосы Юпитера неровные, изменчивые, отличающиеся обилием деталей, хорошо заметных уже с диаметром объектива 7—8 см. Иногда можно рассмотреть знаменитое Красное Пятно — овальное стабильное образование в одной из главных, самых заметных полос Юпитера. В небольшие телескопы оно выглядит не красным, а скорее серовато-розовым. То, что видит наблюдатель, разумеется, не твердая поверхность Юпитера, а облачные образования в его мощной весьма динамичной атмосфере. Состоит она в основном из водорода (60%) и гелия (36%). Среди примесей наиболее значительны метан, аммиак и водяные пары. Все эти газы бесцветны, тогда как полосы в атмосфере Юпитера и особенно его Красное Пятно имеют различную, порой заметную окраску. Причину этого пока установить не удалось, как, впрочем, и причины многих других явлений, происходящих на Юпитере. Неясна, в частности, и природа Красного Пятна. Некоторые исследователи считают его исполинским вихрем, находящимся в очень медленном развитии.

По современным представлениям Юпитер состоит из небольшого силикатного ядра, которое окутано твердой водородно-гелиевой оболочкой. Это твердое тело Юпитера окружено мощной водородно-гелиевой г а з о в о й атмосферой, самые нижние, глубокие слои которой, впрочем, могут находиться в жидком состоянии. Подсчитано, что в недрах Юпитера давление достигает 30 млн. атмосфер, а температура 60 000 К. Если бы масса Юпитера была примерно в сотню раз больше, в его недрах стали бы возможными термоядерные реакции и Юпитер превратился бы в небольшую звезду. Установлено, что Юпитер обладает некоторой внутренней энергией, «подпитывающей» его бурную атмосферу. Источником этой энергии служит, по-видимому, постепенное медленное гравитационное сжатие гигантской планеты.

Даже в сильный полевой бинокль рядом с Юпитером видны его крупнейшие четыре спутника — Ио, Европа, Каллисто и Ганимед. При регулярных наблюдениях Юпитера в телескоп легко заметить смещение спутников относительно планеты, вызванное их обращением вокруг Юпитера. Часто наблюдатель становится свидетелем любопытных явлений, когда какой-нибудь из спутни-

ков отбрасывает тень на поверхность Юпитера (где в этот момент могло бы наблюдаться солнечное затмение) или, наоборот, Юпитер заслонит собою зашедший за него спутник.

Эти четыре «галилеевские» (их открыл еще Галилей) спутники Юпитера — тела крупные. Три из них по размерам превосходят Луну. Самый крупный из них — Ганимед — имеет диаметр 5270 км. За ним следует Каллисто (4990 км), Ио (3640 км) и Европа (3065 км). Для сравнения укажем, что лунный поперечник равен 3478 км. Средняя плотность (в г/см$^3$) Ганимеда и Каллисто (1,95 и 1,63) значительно меньше плотности Ио и Европы (3,52 и 3,28). Поэтому первые из них называют «льдоподобными», а вторые — «луноподобными» спутниками Юпитера. По некоторым теоретическим моделям «льдоподобные» спутники на 55% состоят из обычного водяного льда, на 15% — из льдов аммиака и метана, и лишь остальные 30% приходится на долю минералов.

В 1979 году с американской межпланетной космической станции «Вояджер-1», пролетавшей близко от Юпитера и его галилеевских спутников, были получены подробные снимки последних. На поверхности Каллисто и Ганимеда зафиксированы кратеры, напоминающие лунные. Бо́льшая часть поверхности Европы оказалась покрытой льдом. Обратила на себя внимание и причудливая система линий, видимо представляющих собой тектонические разломы в коре Европы. Самый же интересный сюрприз преподнес спутник Ио, на котором зафиксированы мощные вулканические извержения! Такие процессы до сих пор нигде в космосе непосредственно не наблюдались. Хотя в любительские телескопы галилеевские спутники планет выглядят лишь яркими звездочками, отыскать каждый из них и следить за их движением очень интересно.

С а т у р н уступает Юпитеру в размерах и массе. Это — единственная из крупных планет, средняя плотность которой (0,71 г/см$^3$) меньше плотности воды. Если бы Сатурн можно было поместить в исполинский водный бассейн, он стал бы плавать, тогда как остальные планеты опустились бы на дно.

На поверхности Сатурна в небольшие телескопы лишь очень редко удается рассмотреть что-то напоминающее полосы Юпитера. Между тем, по своему внутреннему строению Сатурн похож на Юпитер и так же, как и величайшая из планет, в основном состоит из водорода с примесью гелия.

До последнего времени кольца Сатурна считались уникальной особенностью этой планеты. Однако совсем недавно (1974 и 1979 годы) разреженные кольца были открыты также у Урана и Юпитера. Их существование еще в 60-х годах текущего века предсказал известный советский астроном С. К. Всехсвятский. Возможно, со временем обнаружат, что и Нептун, весьма похожий на Уран, также окружен системой колец.

Кольца планет состоят из множества отдельных тел типа камней со средним поперечником около дециметра. Каждое из этих

тел обращается вокруг планеты как самостоятельный ее спутник. Камни покрыты льдом, а некоторые из них, возможно, и полностью состоят из льда. Толщина колец невелика (порядка нескольких километров), тогда как ширина их весьма значительна. Так, скажем, ширина кольца Сатурна равна 255 000 км, что почти в 20 раз больше поперечника Земли.

Кольцо Сатурна состоит из нескольких частей, которые можно рассматривать как самостоятельные кольца. Главные из них разделены щелью Кассини шириной около 5000 км, заметить которую можно и в небольшие телескопы.

Самый крупный из спутников Сатурна Титан относительно ярок ($8^m,4$), и потому вполне доступен для наблюдения. Это — самая крупная «луна» в Солнечной системе. Его диаметр равен 4850 км, и он совершает оборот вокруг Сатурна почти за 16 суток. По средней плотности (1,43 г/см$^3$) он относится к группе «льдоподобных» спутников, но из-за большой массы Титан окружен сравнительно плотной атмосферой из метана, давление которой у поверхности спутника близко к 0,1 атм.

Три самых далеких планеты Солнечной системы и их спутники интереса для любительских наблюдений не представляют: их диски в небольшие телескопы не различимы. Заметим лишь, что Уран и Нептун по физической природе похожи на Юпитер и Сатурн, тогда как Плутон по последним данным — самая маленькая планета из главных планет Солнечной системы. Его диаметр равен 2600 км, а масса в 500 раз меньше массы Земли. Уступая в размерах не только главным планетам, но и крупным спутникам (включая Луну), Плутон, возможно, сам когда-то был спутником Нептуна, покинувшим его при каком-то космическом катаклизме. Это, впрочем, не мешает Плутону самому иметь спутник диаметром 500 км, случайно открытый на фотопластинках в 1978 году. С этим открытием общее число известных спутников планет ныне возросло до 35.

Итак, изучая зодиакальные созвездия, будьте готовы встретить там иногда и какую-нибудь из ярких планет. Впрочем, легко предвидеть заранее, произойдет ли такая встреча,— конкретные сведения о видимости планет в данном году публикуются в ежегодно издаваемом «Астрономическом Календаре» Всесоюзного астрономо-геодезического общества, «Школьном астрономическом календаре» и других аналогичных изданиях.

# НАШИ СОСЕДИ В ГАЛАКТИКЕ

Человеку естественно интересоваться тем, что его окружает. Особенно любопытно и подчас важно знать, кто его соседи, то есть кто находится от него в непосредственной близости. Разумеется, понятие близости относительно. Мы рассмотрим содержимое воображаемой сферы, в центре которой находится Солнце, а радиус равен 55 световым годам. В масштабах Галактики этот участок совсем невелик, и потому вполне может быть назван ближайшими окрестностями Солнца. Нет никаких оснований считать этот район Галактики каким-то особенным, непохожим на другие. Следовательно, то, что верно для окрестностей Солнца, может считаться типичным и для всей Галактики, за исключением, быть может, ее ядра. Найти на небе наших ближайших соседей и выделить те из них, которые чем-либо особенно замечательны,— задача несомненно интересная для любителя астрономии.

Внутри выделенной нами воображаемой сферы находится около тысячи известных нам звезд. Не подумайте, конечно, что все они из-за близости к Земле непременно выделяются на нашем звездном небе. Читатель помнит, конечно, что видимый блеск звезды зависит не только от расстояния до звезды, но и от ее светимости, а, стало быть, и от массы. Из двадцати самых ярких звезд земного неба лишь девять находятся от нас ближе 55 световых лет. Перечислим этих самых заметных на небе наших соседей (в скобках указано расстояние звезд в парсеках):

Сириус, или $\alpha$ Большого Пса (2,7), Арктур, или $\alpha$ Волопаса (11,1), Вега, или $\alpha$ Лиры (8,1), $\alpha$ Центавра (1,3), Капелла, или $\alpha$ Возничего (13,7), Процион, или $\alpha$ Малого Пса (3,5), Альтаир, или $\alpha$ Орла (5,0), Поллукс, или $\beta$ Близнецов (10,7), Фомальгаут, или $\alpha$ Южной Рыбы (7,0). Все эти звезды перечислены в порядке убывания их видимого блеска от Сириуса ($-1^m,46$) до Фамальгаута ($1^m,16$). Качественный и количественный состав наших соседей в Галактике таков: звезды главной последовательности составляют 91% от общего количества звезд в выбранной нами сфере. На долю белых карликов среди наших соседей приходится 8%, а на долю гигантов и сверхгигантов всего 1%, так что и карлики и гиганты — редкость во Вселенной, тогда как наше Солнце, как звезда главной последовательности, принадлежит к числу самых распространенных, заурядных звезд. Об относительной распространенности в окрестностях Солнца звезд различных спектральных классов дает представление следующая таблица:

| Спектр | Относительное количество | Спектр | Относительное количество |
|---|---|---|---|
| B0—B5 | 2,5 | F5—G4 | 16,7 |
| B6—A4 | 26,7 | G5—K4 | 35,4 |
| A5—F4 | 11,0 | K5—M8 | 7,6 |

На рисунке 4 можно увидеть расположение самых заметных наших соседей на диаграмме спектр — светимость, а их примечательные особенности перечислены при описании соответствующих созвездий.

Перечислим еще несколько наших соседей.

70 A Змееносца (расстояние 17,3 пс) является более массивным компонентом двойной звезды 70 Змееносца. Период обращения звезд в этой системе равен 88 годам. Возможно, что существует еще и третий компонент той же системы, пока не обнаруженный в телескоп. Звезда 70 A принадлежит к классу K1 оранжевых звезд и имеет видимый блеск $5^m,7$. Масса ее составляет 90% от массы Солнца. Любопытно, что оттуда Солнце выглядит желтой звездой 3-й величины, расположенной близко от пояса Ориона.

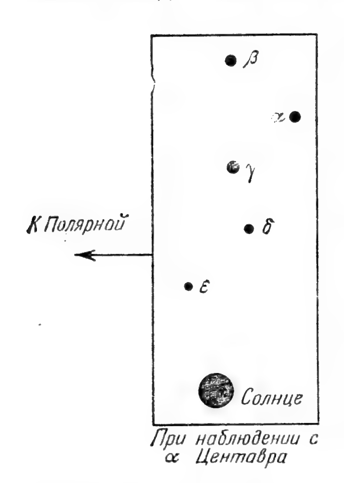



Рис. 73. Вид Солнца с α Центавра.

η Кассиопеи A (расстояние 18 пс) также является главной в двойной звезде η Кассиопеи. Период обращения звезд в этой системе близок к 500 годам. Компонент A — звезда спектрального класса F9, имеющая блеск $3^m,5$. Ее масса составляет 94% массы Солнца.

Звезда η Кассиопеи — легко доступная для наблюдений звезда северного полушария неба. С этой звезды Солнце видно в созвездии Южного Креста.

Одиночная желтая звездочка 5 зв. вел. σ Дракона (18,2 пс) похожа на Солнце (класс G9), хотя и уступает ему по массе, размерам и температуре.

36 Змееносца (18,2 пс) — тройная звезда 5,7 звездной величины. Компоненты A и B принадлежат к классам K2 и K1, а компонент C — к классу K6.

Все перечисленные звезды по С. Доулу, возможно, обладают землеподобными планетами.

В заключение взгляните на рис. 73. Так необычно выглядит созвездие Кассиопеи с α Центавра. Яркая звезда внизу, продолжающая «зигзаги» Кассиопеи,— это наше Солнце.

# ЧАСТЫЕ И РЕДКИЕ ГОСТИ НА ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

Знакомясь со звездным небом, наблюдатель неизбежно встретится с объектами, не принадлежащими к миру звезд, но видимыми на фоне созвездий. Таковы Луна, планеты, астероиды, кометы, болиды, метеоры, наконец, искусственные небесные тела — спутники Земли, космические ракеты и другие. Если яркие планеты способны исказить знакомые фигуры созвездий и тем спутать новичка, то другие перечисленные здесь объекты такой путаницы, естественно, не внесут. Однако каждый, кто решил познакомиться со звездным небом, должен знать, хотя бы в самых общих чертах, как природу этих объектов, так и их видимые, наблюдаемые характеристики.

В лунные ночи фон ночного неба заметно светлеет, слабые звезды «тонут» в лунном сиянии и в такие периоды разыскать какую-нибудь туманность или звездное скопление очень трудно. Да и вид их не столь эффектен, как в безлунные ночи.

Видимые размеры Луны почти равны видимым размерам Солнца — угловой поперечник обоих светил близок к 0°,5. Но Луна гораздо ближе к Земле, чем Солнце, и по своим действительным размерам она уступает не только Солнцу, но и Земле. Диаметр Луны равен 3478 км, а по объему Луна в 49 раз меньше земного шара. Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, а сила тяжести на лунной поверхности в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли.

Вследствие вращения Земли вокруг оси Луна, как и все другие небесные светила, участвует в видимом суточном вращении небосвода. Она поднимается над горизонтом в восточной части неба и опускается к горизонту в его западной половине. Но, кроме этого суточного видимого движения, Луна обладает и другим, собственным движением на фоне звезд. Это второе движение Луны вызвано ее обращением вокруг Земли. Луна перемещается на фоне звезд навстречу их суточному движению, причем за сутки она смещается почти на 13°, что в 26 раз превосходит видимый поперечник Луны. Нетрудно подсчитать, что через $27^1/_3$ суток Луна снова вернется в первоначальное положение относительно звезд, описав на небесной сфере окружность.

Промежуток времени, в течение которого Луна завершает полный оборот вокруг Земли по отношению к звездам ($27^1/_3$ суток), называется *звездным*, или *сидерическим месяцем.*

При движении по звездному небу Луна нередко загораживает собой несравненно более далекие звезды. Такие явления называются *покрытиями звезд* Луной. Их наблюдения позволяют уточнить закономерности в движении Луны.

Луна — холодный, темный шар. Мы видим Луну только потому, что она освещается солнечными лучами. Солнце всегда осве-

щает только половину лунного шара. Но эту освещенную половину Луны благодаря движению Луны земной наблюдатель в разные моменты времени видит по-разному. Поэтому Луна изменяет свою видимую форму, свои *фазы*. Фазы Луны зависят от взаимного расположения Земли, Луны и Солнца. Когда Луна находится между Землей и Солнцем, к Земле обращена неосвещенная, темная половина Луны и Луну мы на небе не видим. Такая фаза Луны называется *новолунием*. Наоборот, когда Луна находится в противоположной точке своей орбиты, освещенное Солнцем полушарие Луны видно полностью. Эта фаза Луны называется *полнолунием*. В промежуточных положениях Луны на ее орбите земной наблюдатель видит бо́льшую или меньшую долю освещенной половины Луны.

Спустя 2—3 дня после новолуния Луна появляется в лучах вечерней зари в виде узенького серпика, горбом обращенного в сторону Солнца. С каждым днем лунный серп растет и примерно через неделю превращается в полукруг. Такая фаза Луны называется *первой четвертью*. Продолжая расти, Луна еще через неделю достигает *полнолуния*, а затем постепенно начинает убывать с противоположной стороны. Наступает *последняя четверть* — фаза, при которой Луна снова выглядит полукругом, горбом обращенным также в сторону Солнца, после которой спустя примерно неделю снова наступает новолуние.

Весь этот цикл изменения лунных фаз, называемый *синодическим месяцем*, занимает $29^1/_2$ суток. Синодический месяц, таким образом, равен промежутку времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны.

При разных фазах верхняя кульминация Луны происходит в разное время. Например, полная Луна кульминирует в полночь, Луна в первой четверти — около 18 часов, а в последней четверти — около 6 часов (по местному времени). Эти сведения могут оказаться полезными при астрономической ориентировке. Новолуние и дни, близкие к этому моменту,— самые удобные периоды для знакомства со звездным небом. Наоборот, между первой и последней четвертью яркое сияние Луны затрудняет знакомство с миром звезд.

Иногда на звездном небе появляются странные светила. Внешне они похожи на туманную расплывчатую звезду, от которой нередко отходит несколько слабо светящихся прозрачных «хвостов». Еще в древности эти светила получили наименование *комет*. В переводе с древнегреческого на русский язык слово «комета» означает «косматая».

Большие и яркие кометы, обращающие на себя внимание, сравнительно редки. В среднем их удается наблюдать, как показывает статистика, один раз в каждое десятилетие. Что же касается слабых по яркости и небольших по видимым размерам комет, то их очень много. Не проходит года,чтобы астрономы не открыли на небе примерно десяток таких телескопических комет.

Все кометы являются, по-видимому, членами Солнечной системы. Подобно планетам эти небесные тела обращаются вокруг Солнца. Однако, в отличие от орбит планет, орбиты комет представляют собой в большинстве случаев очень сильно вытянутые эллипсы, в одном из фокусов которых находится Солнце. Поэтому

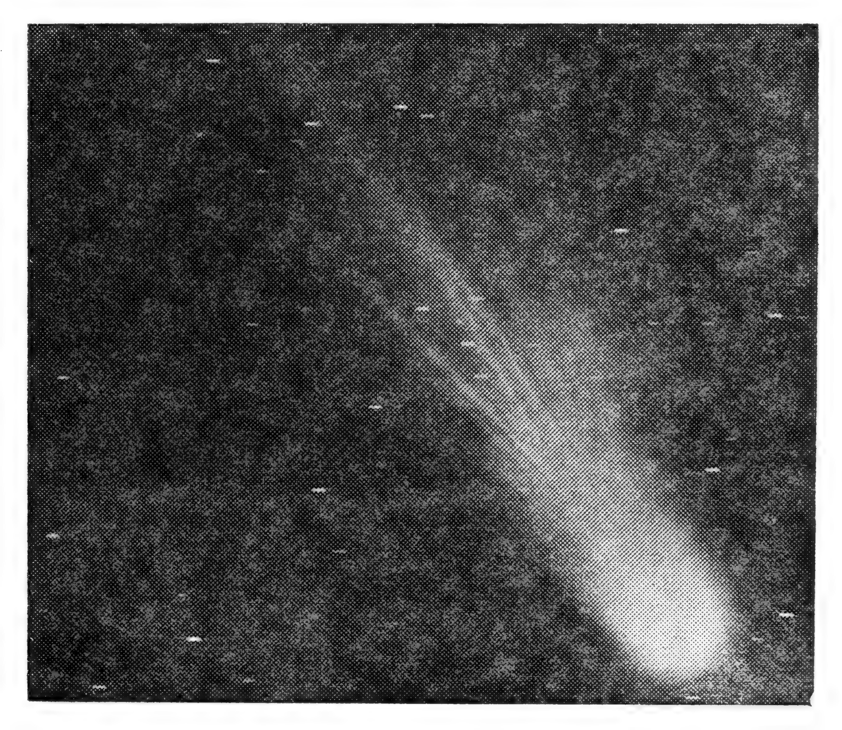


Рис. 74. Фотография кометы.

расстояние комет от Солнца изменяется в весьма широких пределах. Вблизи перигелия своих орбит некоторые из комет пролетают очень близко от поверхности Солнца, тогда как афелии орбит тех же комет находятся за пределами орбиты Нептуна.

Когда комета находится вдалеке от Солнца, ее можно наблюдать только в телескоп. В этот период комета выглядит крошечным размазанным туманным пятнышком, в центре которого заметно звездообразное сгущение, называемое ядром.

С приближением кометы к Солнцу ее яркость и видимые размеры непрерывно растут. Из туманной оболочки кометного ядра, называемой головой кометы, вытягивается слабо светящийся туманный хвост (рис. 74).

Если комета близко подходит к Солнцу, у нее иногда образуется несколько хвостов, достигающих огромной длины. В такой

период, при удачных условиях наблюдения с Земли, комета представляет собой величественное зрелище — иногда она «заслоняет» собой сразу несколько созвездий. Медленно, ото дня ко дню перемещаясь на фоне созвездий, комета при этом постепенно меняет форму, размеры и яркость своих хвостов.

Пролетев через перигелий, комета снова удаляется от Солнца. При этом ее хвосты быстро уменьшаются, и через несколько недель комета опять превращается в трудно наблюдаемое светящееся туманное пятнышко.

Размеры комет грандиозны. Головы некоторых из них превосходят Солнце, а хвосты тянутся в длину на сотни миллионов километров! Однако при таких невообразимо больших размерах масса комет очень мала и составляет в среднем ничтожные доли массы Земли.

Главная часть вещества комет сосредоточена в их твердых ядрах. Последние, по-видимому, представляют собой ледяные глыбы из замерзших газов, включающие в себя в виде примесей многочисленные твердые тугоплавкие частицы. Поперечники ядер комет не превышают, как правило, нескольких километров.

При сближении кометного ядра с Солнцем входящие в его состав замерзшие газы испаряются (или, точнее, возгоняются), образуя обширную газовую голову кометы и ее газовые хвосты. В некоторых случаях из кометного ядра может выделяться мелкая твердая космическая пыль, образующая пылевые хвосты кометы.

Голова и хвосты кометы из-за своей крайней разреженности настолько прозрачны, что сквозь них легко наблюдаются даже слабые звезды.

Кометы — это небесные тела, находящиеся в состоянии непрерывного разрушения. При каждом полете вблизи Солнца комета безвозвратно теряет газы своего ядра и выбрасываемую им пыль. Поэтому со временем каждую комету ждет одна и та же участь — окончательно разрушиться под действием солнечного тепла и света.

В начале XIX в. астрономы открыли несколько малых планет, обращающихся вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера. Четырем, самым крупным из них были присвоены имена древнегреческих богинь — Цереры, Юноны, Паллады и Весты. Все они недоступны невооруженному глазу, а при наблюдениях в телескоп выглядят неяркими звездочками (слабее 7-й зв. величины), перемещающимися на фоне настоящих звезд *). По этой причине малые планеты были названы астероидами, то есть, в переводе с греческого, «звездоподобными».

В настоящее время открыто и изучено движение свыше 2000 астероидов. Самый крупный из них — астероид Церера —

*) Сведения о наиболее ярких астероидах даются в «Астрономическом Календаре» на текущий год.

имеет поперечник, близкий к 1000 км. Большинство астероидов гораздо меньше. Их диаметры измеряются десятками километров и даже километрами. Известен астероид Гермес, поперечник которого составляет всего 1 км. Подобных и даже меньших, еще не открытых астероидов, по-видимому, очень много.

Подавляющее большинство малых планет имеет неправильную, осколочную форму. Масса астероидов так мала, что даже самые крупные из них лишены атмосферы. Как и крупные планеты, астероиды не имеют собственного света, а лишь отражают падающие на них солнечные лучи.

Основная часть наиболее крупных астероидов обращается вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера. Есть, однако, и такие малые планеты, орбиты которых представляют собой сильно вытянутые эллипсы. Такова, например, орбита астероида Икар, который, проходя через перигелий, оказывается ближе к Солнцу, чем Меркурий, а в афелии удаляется от Солнца дальше Марса. Есть основания полагать, что огромное множество пока не зарегистрированных астероидов обладает именно такими орбитами.

Межпланетное пространство заполнено множеством еще более мелких, чем астероиды, метеоритных тел. Пересекая орбиту Земли, подобные тела иногда сталкиваются с нашей планетой. Тогда мы можем стать свидетелями падения «небесного камня» или *метеорита*. Врезавшись с огромной скоростью в земную атмосферу, метеоритное тело испытывает сильное сопротивление воздуха. Перед ним образуется сгущение из раскаленного и ярко светящегося воздуха (так называемая воздушная подушка). Метеоритное тело оплавляется, разрушается и только при значительной прочности не распадается на множество осколков. Полет его в атмосфере, называемый *болидом*, сопровождается световыми и звуковыми явлениями. Ослепительное яркое тело, оставляя за собою огненный след и облака дыма, с грохотом несется по небу (рис. 75). Вероятно, именно болиды послужили причиной создания всевозможных суеверных сказок о летающих драконах и «змеях-горынычах».

Упавшие на Землю метеориты представляют огромную ценность для науки. Пока это единственные небесные тела, которые удается (как и лунный грунт) исследовать непосредственно в лабораторных условиях.

Метеориты всегда носят на себе следы своего полета в земной атмосфере. Их поверхность оплавлена и покрыта темной коркой, называемой корой плавления. Встречные потоки воздуха порождают характерные углубления на поверхности «небесных камней», напоминающие вмятины от пальцев на мягкой глине. Эти углубления называются регмаглиптами.

По составу метеориты делятся на три группы: железные, каменные и железокаменные. В железных метеоритах преобладает железо с примесью никеля. В отличие от обычного «земного» железа, метеоритное железо хорошо куется в холодном состоянии и

обладает особой кристаллической структурой. Внешне железные метеориты напоминают осколки снарядов или бомб. В каменных метеоритах преобладают кремний и кислород. Внешне каменные метеориты похожи на темные земные камни. Железокаменные метеориты имеют смешанный, промежуточный химический состав.



Рис. 75. Болид.

Очень редко, примерно раз в тысячелетие, в земную атмосферу влетают исполинские тела массой в тысячи и десятки тысяч тонн. Воздушная оболочка Земли не в состоянии затормозить полет такого тела и, не потеряв космической скорости иногда в несколько десятков километров в секунду, гигантский метеорит врезается в земную поверхность. При этом ударе мгновенно разрушается кристаллическая решетка метеорита и освобожденные молекулы, по-

добно молекулам сильно сжатого газа, стремятся разлететься в разные стороны. В результате происходит взрыв, по мощи не уступающий взрыву сильнейших взрывчатых веществ в количестве, равном (или даже бо́льшем) массе метеорита. При этом взрыве как сам метеорит, так и окружающие его земные породы, обращаются в раскаленный газ. Вот почему при падении исполинских метеоритов образуются огромные воронки, называемые метеоритными кратерами.

Наблюдая звездное небо, почти всегда можно заметить явление, называемое «падающей звездой», или *метеором*. Создается впечатление, что с неба «сорвалась» и упала одна из звезд, оставив за собою слабый свет. На самом деле «падающие звезды» к настоящим звездам, далеким солнцам, никакого отношения не имеют. Метеоры возникают при вторжении в земную атмосферу мельчайших частиц космического вещества массой в доли грамма.

Метеорные частицы взаимодействуют с земной атмосферой подобно метеоритам. Разница здесь только в масштабах явлений. Впереди летящей метеорной частицы образуется «воздушная подушка» из сильно раскаленного и сжатого воздуха, значительно превосходящая по размерам само метеорное тело. Ее свечение мы и наблюдаем как «падающую звезду».

За летящей частицей остается светящийся след из продуктов распада этого тела. Метеоры вспыхивают на высотах 80—120 км, где находится верхняя граница сравнительно плотных слоев атмосферы. В отличие от метеоритов, метеорные тела так малы, что поверхности Земли не достигают, а полностью распыляются в атмосфере. Установлено, что множество метеорных частиц образуется при распаде ядер комет. Так, например, в 1846 г. комета, открытая чешским астрономом Биэлой, разделилась на две части, движущиеся в пространстве по параллельным орбитам. В одно из следующих возвращений кометы Биэлы к Солнцу, в ноябре 1872 г., вместо кометы на небе наблюдалось множество метеоров, образовавших настоящий «звездный дождь». Очевидно, рой мельчайших метеорных тел, породивших это красивое небесное явление, представлял собой частицы окончательно распавшегося кометного ядра.

С другой стороны, известны *метеорные потоки*. Так называют скопления метеорных тел, обращающиеся вокруг Солнца по сильно вытянутым эллиптическим орбитам. Вычислено, что орбиты многих метеорных потоков сходны с орбитами известных комет. Следовательно, распадаясь, кометы оставляют за собою «шлейф» из множества частиц, тянущихся вдоль всей ее орбиты.

После окончательного распада кометы вещество ее ядра постепенно распределяется вдоль орбиты, образуя нечто вроде исполинского «бублика».

При встрече Земли с метеорным потоком на небе наблюдается более или менее интенсивный «звездный дождь». Метеоры кажутся при этом вылетающими из одной точки неба, называемой

радиантом. На самом деле их пути в атмосфере почти параллельны и они кажутся сходящимися, как железнодорожные рельсы, лишь вследствие явления перспективы.

Ежесуточно в земную атмосферу вторгаются десятки тысяч тонн твердого космического вещества (метеоритов, метеорных тел, космической пыли). Общее его количество в Солнечной системе должно быть поэтому очень большим.

Несколько слов о наблюдениях искусственных небесных тел, главным образом искусственных спутников Земли.

В настоящее время общее число объектов, выведенных на околоземные орбиты (искусственных спутников Земли, последних ступеней ракет, защитных конусов и т. п.), достигает нескольких тысяч. Поэтому каждый вечер можно наблюдать даже невооруженным глазом полет одного или нескольких искусственных небесных тел. Единственное приемлемое время для их наблюдения — сумерки, когда фон неба уже достаточно темен, а спутник, освещаемый Солнцем, еще не успел скрыться в конусе земной тени. Впрочем, спутники, снабженные собственными источниками света, естественно, могут быть видны в любой момент ночи.

Движение спутников неравномерно. Причина не только в неравномерности их полета по эллиптической орбите, но главным образом в перспективном сокращении отрезков пути, проходимых за одинаковые промежутки времени. Подобно этому поезд, издалека кажущийся медленно движущимся, стремительно проносится мимо нас.

Иногда удается заметить изменение видимой яркости спутника. У этого явления также две причины: вращение нешарообразного спутника вокруг оси и эффект фазы (ведь спутник, как Луна, при движении быстро меняет фазы!).

Хорошо зная звездное небо, можно, наблюдая спутник визуально или фотографируя, в некоторых случаях оказать помощь науке. О простейших любительских наблюдениях искусственных спутников Земли написаны две хорошие книги *), к которым мы и адресуем интересующихся этим вопросом.

Познакомимся теперь подробнее с Луной,— самым близким к Земле небесным телом.

---

*) Каплан С. А. Как увидеть, услышать и сфотографировать искусственные спутники Земли.— М.: Физматгиз, 1958; Астапович И. С. и Каплан С. А. Визуальные наблюдения искусственных спутников Земли.— М.: Гостехиздат, 1957. Инструкцию по наблюдению ИСЗ можно найти также в кн.: Астрономический календарь. Постоянная часть.— М.: Наука, 1973.

# ПЕРВЫЙ УРОК СЕЛЕНОГРАФИИ

Задолго до первых телескопических наблюдений Луны некоторые древние философы высказали, хотя и умозрительные, но верные по существу суждения о ее природе. Фалес, Анаксимандр, Анаксагор и Эмпедокл уверенно утверждали, что холодное серебристое сияние Луны — не собственное ее свечение, а отраженный ею солнечный свет. Другие древние мыслители, как например, Аристотель, полагали, что Луна — неплохое зеркало, а пятна на ее поверхности — отражение земных морей и материков.

Пифагор и его ученики смело заявляли, что «Луна есть земля, подобная обитаемой нами, но с той разницей, что она населена животными гораздо бóльшими и деревьями гораздо лучшими», а Прокл был уверен, что на Луне «возвышаются многочисленные горы и помещается большое количество городов и жилищ». Смесь чистейшей фантазии и удачного провидения можно найти и в других суждениях древних о Луне.

Зарождение селенографии *) связывают обычно с первыми телескопическими наблюдениями Галилея. В памятные для всего человечества августовские ночи 1609 г. Галилей впервые увидел лунные горы. В «Звездном Вестнике», опубликованном великим итальянским ученым, помещено пять рисунков Луны, один из которых перед вами (рис. 76). Заметим во избежание путаницы, что на этом рисунке круг, внутри которого видны лунные горы, это не лунный диск, а край поля зрения галилеевского телескопа.

«Мы пришли к заключению,— писал Галилей,— что поверхность Луны не гладкая, и не ровная, и не в совершенстве сферическая, как полагал в отношении ее целый легион философов, а, напротив, неровная, шероховатая, испещренная углублениями и возвышенностями».

По-видимому, Галилей полагал, что на Луне могут существовать моря и океаны в земном смысле этих слов. Во всяком случае, со времен Галилея темные пятна на Луне стали называть морями, а самое крупное из них океаном. И хотя позже выяснилось, что на Луне нет ни капли воды, традиция сохранилась до наших дней и нашла себе выражение в наименованиях образований на невидимом с Земли полушарии Луны (Море Москвы).

В 1619 г. П. Шейнер, известный оппонент Галилея в их споре о природе солнечных пятен, опубликовал лунную карту диаметром около 10 см, на которой некоторые детали лунного рельефа изображены достаточно точно. После этого многие наблюдатели более или менее удачно зарисовывали отдельные участки лунной поверхности, но лишь Яну Гевелию, знаменитому астроному из Гданьска, в 1647 г. удалось сделать следующий существенный вклад в селенографию. Изданная им книга так и называлась

*) Селенография — отрасль астрофизики, изучающая рельеф и природу лунной поверхности.

Селенография, или описание Луны». В ней автор поместил собственные рисунки Луны при наблюдениях в телескоп, причем во избежание ошибок Гевелий сам гравировал те медные пластинки, с которых печатались виды Луны в разных ее фазах.

Гевелию и его современникам приходилось работать с «оптическими динозаврами» — очень длиннофокусными телескопами,

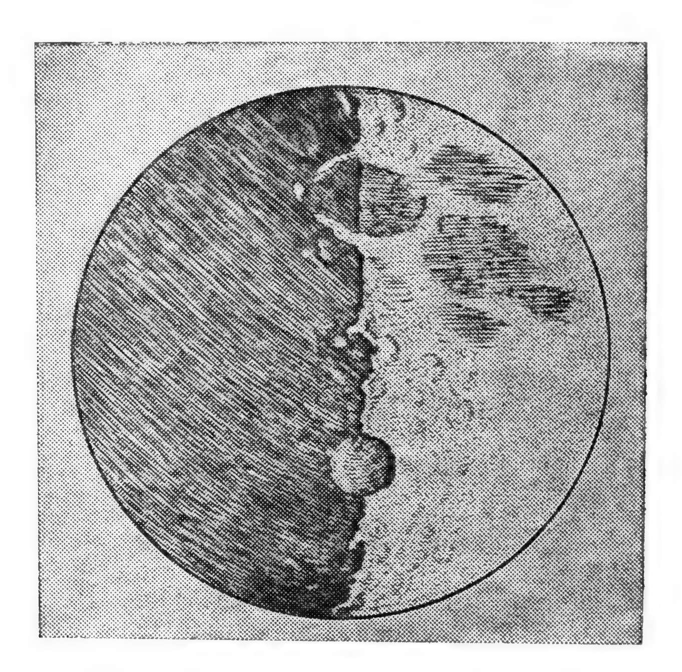


Рис. 76. Один из галилеевских рисунков Луны.

объективы которых (диаметром 15—20 см) состояли из одной линзы. Такая громоздкая конструкция имела целью уменьшить хроматическую аберрацию, но хотя телескоп Гевелия имел в длину почти 50 метров (!), изображения он давал скверные, и лунные карты гданьского астронома не отличались ни точностью, ни подробностями в изображении деталей.

Тем не менее четыре года спустя, в 1651 г. итальянский астроном-иезуит Д. Риччоли положил начало номенклатуре отдельных лунных образований. На составленной им карте Луны почти двумстам деталям были присвоены наименования. Еще Гевелий назвал некоторые лунные горные цепи Апеннинами, Альпами, Кавказом, Карпатами. Риччоли продолжил эту «земную» аналогию для других лунных гор. Крупнейшее из темных лунных пятен было названо им Океаном Бурь, а остальные темные пятна получили произвольные, подчас романтические наименования, не имеющие ничего общего с физической природой этих объектов (на-

пример, Море Дождей, Озеро Сновидений, Залив Радуги, Болото Туманов и т. п.). В наименовании лунных кратеров Риччоли проявил явную тенденциозность. Огромный лунный кратер был назван Клавием в честь собрата-иезуита, имя Галилея получил небольшой кратер поперечником 16 км, а для увековечения памяти Джордано Бруно у Риччоли и вовсе не нашлось ни одного объекта. Хотя многие кратеры получили имена известных ученых и философов (Архимед, Платон и др.), некоторым из кратеров Риччоли присвоил имена ничем не замечательных духовных особ и эти наименования, к сожалению, сохранились до наших дней.

В 1830—1837 гг. два неутомимых наблюдателя Луны и планет Бер и Медлер опубликовали большую (диаметром почти в метр) карту Луны, на которой отмечено 7735 деталей. Она составила веху в истории селенографии, но уже в 1878 г. другой немецкий астроном Ю. Шмидт выпустил карту, содержащую 32 856 деталей. Эта карта — высшее достижение, полученное с помощью визуальных наблюдений. Многие десятилетия она считалась лучшей и успешно соперничала с первыми лунными фотоснимками.

В 1897 г. Парижская обсерватория впервые издала большой фотоатлас Луны, а семь лет спустя аналогичный атлас был опубликован известным американским астрономом В. Пиккерингом. В настоящее время наилучшим считается фотографический атлас Луны, изданный в США в 1960 г. Д. Койпером. Он содержит 280 карт 44 участков Луны, причем лунные объекты сняты в разных условиях освещения, что позволяет всесторонне представить себе строение каждого лунного объекта. Масштабы снимков таковы, что на них хорошо различимы детали с поперечником не менее 800 метров. Этот атлас ценен не только для наземных исследований Луны, но и при изучении Луны средствами космонавтики.

Октябрь 1959 г. стал знаменательной вехой в истории селенографии. Советская автоматическая станция «Луна-3» впервые сфотографировала обратное, невидимое с Земли полушарие Луны. Год спустя Академия наук СССР издала «Атлас обратной стороны Луны», содержащий описание почти 500 никогда никем не наблюдавшихся объектов. В селенографической номенклатуре появились новые моря (Москвы, Мечты) и кратеры, названные именами русских и зарубежных ученых. Фотографирование обратной стороны Луны позже было выполнено и американскими автоматическими станциями.

Современные крупномасштабные карты Луны содержат множество мелких деталей. Такие подробные карты астроному-любителю, естественно, не нужны. Их используют для специальных наземных исследований Луны, а также при посылке на Луну автоматических станций и космонавтов. Наша задача несравнимо скромнее — познакомиться с наиболее крупными и чем-либо примечательными объектами лунного мира, доступными для наблюдений в небольшие телескопы. Начнем же мы с того, что видно на Луне невооруженным глазом и в бинокль (рис. 77 и 78).

Изображение Луны на карте прямое, то есть соответствующее тому, что видит невооруженный глаз — вверху северный полюс Луны, внизу — южный.

От Океана Бурь (21) к югу простираются два залива, впрочем, считающиеся самостоятельными морями. Левое из них (24) называется Морем Влажности, правое (23) — Морем Облаков.



Рис. 77. Фотография полной Луны.

В правой своей части Океан Бурь имеет два залива — Залив Зноя (15) и Залив Срединный. Первый из них через Море Паров (14) соединяется с Морем Ясности (10).

Между Океаном Бурь и Морем Дождей (19) нет четкой границы. На снимке полной Луны видна, однако, светлая «материковая» область, которая частично выполняет роль «водораздела». На севере в левом углу Океана Бурь виден Залив Росы (22), смыкающий этот океан с длинным и узким Морем Холода (13).

В северной части Моря Дождей (19) четко выделяется небольшой залив Радуги (20), а справа, на границе с Морем Ясности (10), богатая фантазия Риччоли разместила два «болота» — Гнилое (17) и Туманное (18)*). Между Морем Ясности (10) и Морем

*) Ныне решением Международного Астрономического союза (МАС) с лунных карт убраны все «болота», и соответствующие им местности на Луне не имеют особых наименований.

Холода (13) расположены два лунных «озера», которые, впрочем, можно было бы считать «проливом» между двумя морями. Левое из них называется Озером Сновидений (12), правое — озером Смерти (11).

Примыкающее к Морю Ясности лунное Море Спокойствия (7) имеет два ответвления, считающихся самостоятельными морями: правое, покрупнее,— это Море Изобилия (6), нижнее, меньшее по размерам,— Море Нектара (9). В северо-восточной части




Рис. 78. Карта морей Луны (изображение прямое).

Моря Спокойствия (7) Риччоли выделил Сонное Болото (8) — небольшой участок, более темный, чем основные материковые области Луны, но более светлый, чем крупные лунные моря.

Море Кризисов (4) любопытно четкостью очертаний и округлой формой. Несравненно менее четки очень маленькие, трудно различимые моря, находящиеся южнее Моря Кризисов. Одно из этих морей-крошек называется Морем Волн (5-А), другое — Морем Пены (5-Б).

По краям Луны с трудом различимы, да и то не всегда, лунные моря, продолжающиеся в невидимое с Земли полушарие Луны. Таковы Море Гумбольдта (1), Море Новое (26), Море Краевое (2), Море Смита (25), Море Южное (3) и Море Восточное (27).

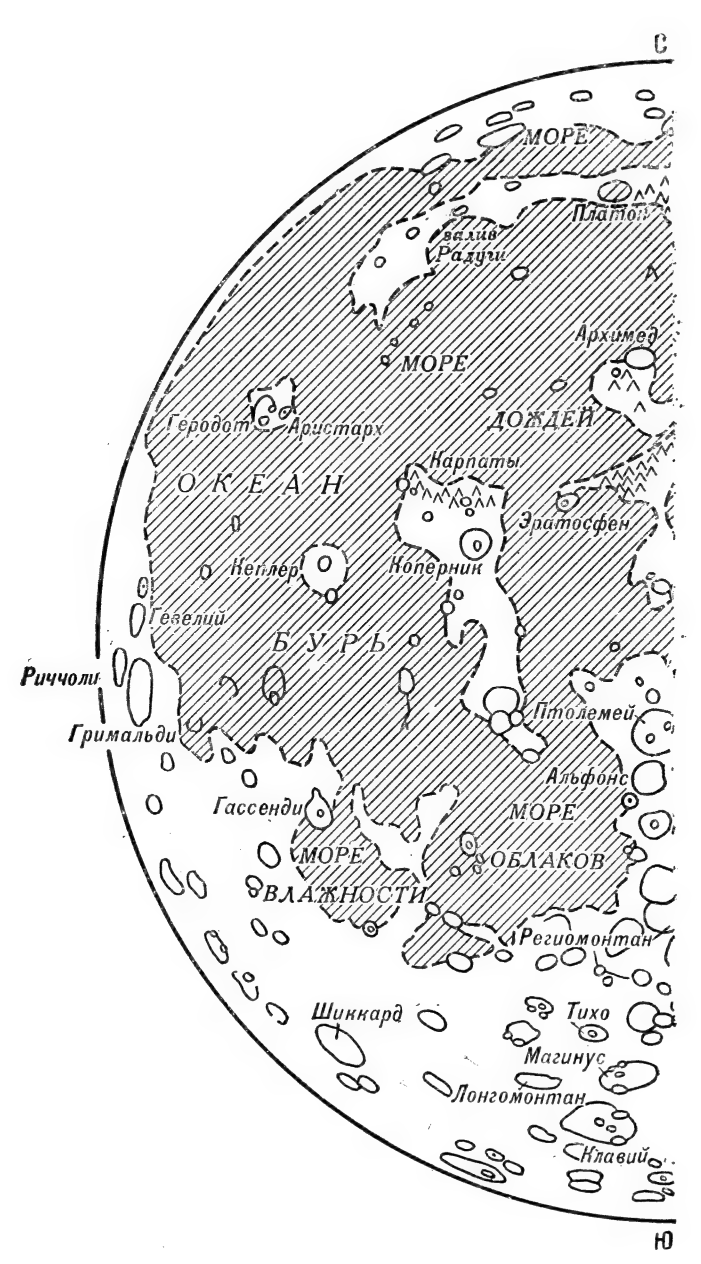



Рис. 79. Схематическая карта




Луны для наблюдений в бинокль.

Знакомство с Луной надо начинать с подробного изучения (невооруженным глазом и в бинокль) не только всех перечисленных выше лунных морей с их заливами, но и с общего обзора материковых областей Луны, сосредоточенных главным образом в южной части видимого лунного диска (рис. 79). Несомненно, что при наблюдениях в бинокль обратит на себя внимание яркий, крупный кратер Тихо, от которого во все стороны расходятся светлые лучи. Сходство этой картины с полюсом, от которого на глобусе во все стороны разбегаются меридианы, кажется столь большим, что автору этих строк не раз приходилось выслушивать вопрос, не является ли кратер Тихо одним из лунных полюсов? На самом деле сходство тут чисто внешнее и южный полюс Луны отстоит от кратера Тихо на сотни километров.

Прежде чем приступить к телескопическим наблюдениям Луны, познакомимся с некоторыми терминами, утвердившимися в современной селенографии.

Горные хребты и горные цепи на Луне внешне вполне схожи с аналогичными формами земного рельефа. В некоторых случаях они хорошо сохранились, в других случаях наблюдаются полуразрушенные и «смягченные» формы. Хотя Луна, по-видимому, никогда не обладала атмосферой и гидросферой в земном смысле этих слов, тем не менее эрозия, т. е. разрушение лунного рельефа, происходит за счет разных причин. Вместо разрушительных воздействий воды и ветра лунные породы трескаются и измельчаются при резких колебаниях температуры (на Луне днем +120 °C, ночью −150 °C), метеоритных ударах, почти непрерывной бомбардировке поверхности метеоритами. Разрушает поверхность Луны, хотя и медленно, корпускулярное и коротковолновое излучение Солнца, а в прошлом (и отчасти, возможно, в настоящем) в формировании лунной поверхности принимали участие внутренние силы. Вулканизм на Луне когда-то, судя по всему, отличался огромной мощью. Обильные извержения лавы, затоплявшей огромные пространства лунной поверхности, сильнейшие извержения лунных вулканов, сопровождающиеся различными тектоническими процессами разной мощности,— все это много раз меняло внешний облик Луны, и следы былых катаклизмов четко видны не только на лунных горных цепях, но и на других формах лунного рельефа (рис. 80).

Характернейшая особенность последнего — обилие кольцеобразных гор, среди которых до недавнего времени выделяли три типа образований. Считалось, что лунный цирк — это кольцевой горный хребет, называемый валом, который ограничивает гладкую долину — дно цирка. Внутри многих цирков дно столь же темное, как и лунные моря. С другой стороны, некоторые из лунных морей (например, Море Кризисов) окаймлены горными хребтами и потому напоминают исполинские цирки. Возможно, что это внешнее сходство объясняется общностью происхождения и тех и других объектов.

В отличие от цирков, лунными кратерами называли те кольцевые горы, на дне которых возвышается остроконечная центральная горка, иногда имеющая несколько вершин. Возможно, что некоторые из этих горок — настоящие лунные вулканы, когда-то

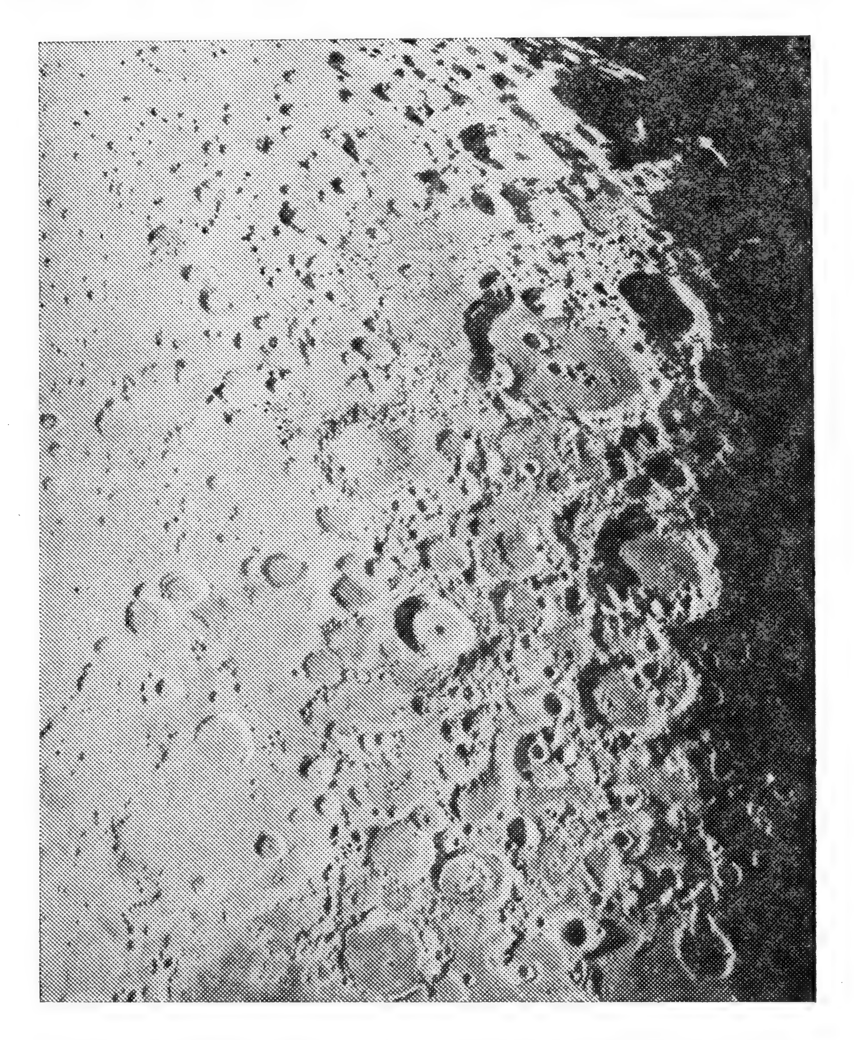


Рис. 80. Типичный лунный рельеф (область вблизи кратера Клавий).

весьма активные, а ныне, как правило, себя ничем не проявляющие. Дно лунных кратеров, в отличие от дна цирков, темным не бывает, а иногда даже покрыто веществом, более светлым, чем поверхность обычных лунных материков.

Наконец, кратерочком или порой селенологи называли углубления диаметром в несколько километров и менее с вогнутым дном.

Ныне эта условная классификация признана устаревшей и все лунные кольцевые формы рельефа, независимо от их размеров, именуют лунными *кратерами*. В ряде районов Луны, особенно на обратной ее стороне, наблюдаются линейно вытянутые, как бы нанизанные на невидимую нить цепочки кратеров, нередко взаимно перекрывающих друг друга. Длина таких цепочек иногда весьма значительна (многие сотни километров).

К положительным, выпуклым формам рельефа следует отнести лунные *пики*. Их немного и они кажутся изолированными остроконечными вершинами, выделяющимися на равнинном дне какого-нибудь лунного моря. Внешность этих объектов обманчива — на самом деле они не так высоки и остроконечны, какими выглядят с Земли.

Отрицательные, вогнутые формы лунного рельефа зачастую внешне напоминают трещины в высохшей глине. Протяженность некоторых из лунных *трещин* измеряется сотнями километров, а глубина и ширина — сотнями метров. *Борозды*, в отличие от трещин, обладают менее крутыми склонами и более плоским дном. Ширина их обычно измеряется несколькими километрами. Размеры и формы борозд и трещин весьма разнообразны. К этому же типу образований следует отнести лунные *долины*, еще более широкие, чем борозды, и также характерные сравнительно плоским дном.

Светлые лучи расходятся веером не только от кратера Тихо, но и от многих других лунных кратеров. Природа этих образований была раскрыта лишь средствами космонавтики, о чем будет рассказано ниже.

На поверхности некоторых морей (например, Моря Ясности) при благоприятном освещении наблюдаются пологие, длинные возвышения, именуемые *валами*. При значительной протяженности высота валов невелика и вряд ли превосходит 1—2 километра.

Таковы главные формы лунного рельефа, предварительным знакомством с которыми мы и закончим первый урок селенографии.

# ЛУННЫЕ ГЛОБУСЫ, КАРТЫ И АТЛАСЫ

На уроках географии приходится пользоваться глобусом, атласом и картами. При изучении Луны, точнее, ее топографии, пособия аналогичны,— существуют лунные глобусы, атласы и карты. Небольшой учебный глобус Луны можно достать в магазинах наглядных пособий для средней школы. Для общего предварительного знакомства с лунной поверхностью это пособие вполне подходящее — на школьном лунном глобусе вы найдете главнейшие лунные моря и кратеры, причем не только на видимом с Земли полушарии Луны, но и на обратной ее половине. Обратите внимание на неравномерное распределение «материков» и «морей»: на видимом с Земли полушарии Луны преобладают «моря», на невидимом — «суша». Чем вызвана эта асимметрия, пока не ясно, но, возможно, в этом как-то замешано приливное действие Земли на наш естественный спутник.

Любопытно увидеть на глобусе, так сказать, анфас, некоторые краевые моря Луны. Например, кажущееся при наблюдениях с Земли эллиптичным Море Кризисов на самом деле имеет округлую форму. Кстати, рядом с ним вы найдете маленькое, плохо видимое с Земли Море Змеи. Интересно также осмотреть околополярные зоны Луны, сильно искаженные (из-за неудачной для наблюдателя проекции) при наблюдениях с Земли. Вообще, главная ценность лунного глобуса заключается, пожалуй, именно в том, что на нем (в отличие от лунных карт) хорошо видны истинные формы лунных образований.

На лунном глобусе нанесена координатная сетка, аналогичная географической. Ось лунного глобуса изображает ось вращения Луны, а точки, в которых она пересекает поверхность глобуса,— это лунные полюсы: северный — наверху, южный — внизу. Найдите на глобусе лунный экватор, лунные параллели и меридианы. Обратите внимание на числа, указанные на экваторе и начальном меридиане — это лунные, или, как их называют, селенографические координаты.

Селенографической широтой $\beta$ называется угол между радиусом, проведенным из центра Луны в данную точку лунной поверхности, и плоскостью лунного экватора. К северу от экватора широта считается положительной, называется северной и обозначается буквой N.

Заметим, что северным называется полушарие Луны, обращенное к Полярной звезде. К югу от экватора широта считается отрицательной, южной и обозначается буквой S.

На Земле начальным меридианом считается тот, который проходит через Гринвичскую астрономическую обсерваторию (в Англии). На Луне роль Гринвичской обсерватории выполняет небольшой лунный кратер Мёстинг А, расположенный почти в самом центре видимого лунного диска и хорошо различимый при любом освещении. Точнее, начальный лунный меридиан

близок к кратеру Мёстинг А, но точное положение этого меридиана определяется сложной теорией движения Луны.

Селенографической долготой λ называется угол между плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана данного пункта лунной поверхности. Долгота считается положительной в восточной части лунного диска, то есть в сторону Моря Кризисов (отмечается буквой E) и отрицательной к западу от начального меридиана, то есть в сторону Океана Бурь (отмечается буквой W).

Такая ориентация введена сравнительно недавно решением Международного астрономического союза (МАС). До этого восточная и западная ориентация на лунном диске бралась по отношению к земным сторонам горизонта. Следы ее сохранились и сегодня — Восточное Море, названное так по прежней ориентации, ныне оказалось на западном краю лунного диска. Новая система ориентации вполне аналогична расположению сторон горизонта на земном шаре.

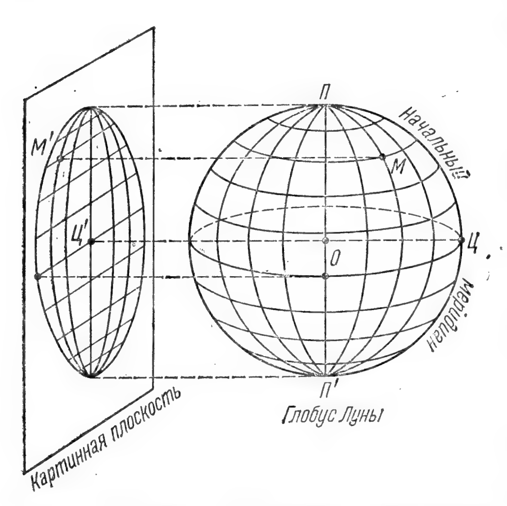



Рис. 81. Схема построения ортографической проекции полусферы.

Прежде чем перейти к рассмотрению лунных карт и атласов, попробуйте на лунном глобусе определить приближенные селенографические координаты нескольких заметных объектов (например, кратеров Коперник, Тихо, Платон и др.).

Лунные карты часто выполняют в ортографической*) проекции (рис. 81). Она получается в том случае, если плоскость карты перпендикулярна к плоскости начального лунного меридиана. Тогда, опустив из данной лунной детали перпендикуляр на плоскость лунной карты, можно получить изображение этой детали на карте. Нетрудно сообразить, что при ортографической проекции наибольшему искажению подвергаются краевые зоны, но зато карта соответствует тому, что мы видим на Луне с Земли.

При дальнейшем изучении топографии Луны, кроме карт, приложенных к этой книге, можно воспользоваться «Фотокартой видимого полушария Луны», составленной под руководством Ю. Н. Липского и опубликованной в 1967 г., а также «Картой

*) От греческого «ортос» — прямой, т. е. проекция прямоугольная.

Луны», изданной в том же году Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом. Эта последняя карта снабжена пояснительным текстом и каталогом главнейших лунных образований с указанием их местоположения на карте (кстати, изображенной в перевернутом виде, что удобно при телескопических наблюдениях). Обе карты снабжены координатной сеткой, что облегчает отыскание на карте объектов, перечисленных в каталоге.

Как уже говорилось, первое знакомство с лунными морями можно осуществить, наблюдая Луну невооруженным глазом или в бинокль. Хотя моря Луны лучше всего видны в полнолуние,

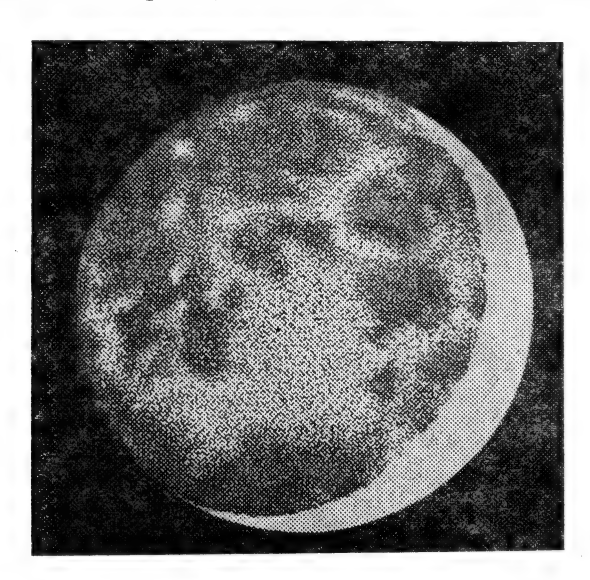


Рис. 82. Пепельный свет Луны.

не имеет смысла дожидаться непременно этой фазы — в любых других фазах можно постепенно, шаг за шагом изучать лунные моря. Между прочим, наблюдение лунных морей можно вести и днем, желательно в утренние часы, когда рассеянное свечение земной атмосферы мало затушевывает лунные детали.

Внешний край лунного диска называется *лимбом*, граница светлой и неосвещенной части Луны — *терминатором*. Последний имеет форму полуэллипса, превращающегося во время первой и последней четверти Луны в почти прямолинейный отрезок. По мере смены лунных фаз терминатор перемещается по лунной поверхности, открывая для наблюдателя все новые и новые районы Луны.

Терминатор разграничивает ночную и дневную часть лунного диска. Естественно, поэтому, что вблизи терминатора все объекты отбрасывают самые длинные тени, и, наоборот, с удалением

от терминатора тени становятся короче, видимость объекта ухудшается, что следует учитывать при телескопических наблюдениях Луны.

Рядом с терминатором в ночной части лунного диска нередко видны в телескоп яркие точки. Это вершины гор, освещенные восходящим или заходящим Солнцем, тогда как подножия этих гор находятся в тени. Если бы Луна имела совершенно гладкую поверхность, терминатор был бы всюду ровным. На самом деле это не так, и сложность лунного рельефа отражается на форме терминатора — в телескоп он всегда выглядит неровным.

При малой фазе, то есть когда Луна выглядит с Земли узким серпиком, нередко невооруженный глаз различает слабое свечение неосвещенной, ночной части лунного диска. Это явление называют *пепельным светом* Луны (рис. 82). Оно вызвано Землей, сравнительно ярко освещающей ночную часть Луны. Ведь в небе Луны (в чем теперь убедились космонавты) Земля — крупное и яркое светило, по площади в 14 раз большее, чем видимый с Земли диск Луны. Лунные ночи на Земле прекрасны, но еще эффектнее «земные» ночи на Луне.

Мы начнем воображаемую прогулку по Луне на третий-четвертый день после новолуния, когда в западной части вечернего неба будет хорошо виден узенький серп растущей, «молодой» Луны. Вооружимся телескопом, лунными картами и познакомимся с достопримечательностями молодой Луны. А затем постепенно с увеличением фазы перед нами откроются удивительные картины соседнего мира, где уже побывал человек и где в будущем появятся постоянные научные станции и поселения.

# ПЕЙЗАЖИ МОЛОДОЙ ЛУНЫ

Постоянство узора темных пятен на лике Луны уже в древности обратило на себя внимание и заставило сделать вывод, что Луна всегда обращена к Земле одной стороной. Иначе говоря, период обращения Луны вокруг Земли (27,3 суток) равен продолжительности лунных суток, то есть периоду вращения Луны вокруг ее воображаемой оси. Причина этого факта заключается, по-видимому, в приливной эволюции Луны. Подобно тому как Луна вызывает на Земле приливы, также существуют «земные» приливы на Луне. Есть, конечно, существенное различие в этих явлениях. Приливы на Земле наблюдаются не только в гидросфере и атмосфере, но и в твердом теле планеты. Так, например, каждые сутки под ногами москвичей пробегает твердая приливная волна высотой 30 см. Луна, по-видимому, никогда не обладала сколь-либо заметной атмосферой и гидросферой. Но «твердые» приливы, порожденные Землей, на ней всегда существовали. В те времена, когда сутки на Луне были короче ее периода обращения вокруг Земли, твердые приливные волны, пробегая по поверхности Луны, медленно, но неуклонно, тормозили вращение нашей спутницы. Два приливных горба (на обращенном к Земле и противоположном полушарии Луны) играли роль своеобразных «тормозных колодок». Эта их роль свелась к нулю лишь тогда, когда Луна полностью «затормозилась», то есть приливные горбы перестали перемещаться по лунной поверхности. Вот в таком «заторможенном» состоянии человечество и застало Луну, и лишь космонавтика позволила увидеть обратную сторону нашего естественного спутника.

Нарисованная картина требует уточнения, после которого мы и приступим к изучению молодой Луны. Если говорить строго, то Луна демонстрирует земному наблюдателю не половину своей поверхности, а несколько бо́льшую часть. Она как бы слегка «покачивается» в двух направлениях и при этом земному наблюдателю немного приоткрывается то одна, то другая часть невидимого полушария Луны. Это явление получило название *либрации* (от латинского librare — раскачивать) и в буквальном переводе означает именно «покачивание». Есть несколько причин либрации, или, точнее, несколько разновидностей либрации.

*Либрация по долготе.* Она вызвана тем, что вращение Луны вокруг оси совершается почти равномерно, тогда как обращение Луны вокруг Земли совершается (по второму закону Кеплера) неравномерно. Из-за этого Луна периодически приоткрывает то восточную, то западную часть обратного своего полушария. Максимальное значение либрации по долготе составляет (в ту или другую сторону) 7°45′.

*Либрация по широте.* Плоскость лунного экватора наклонена к плоскости эклиптики под углом 1°,5, а угол между лунной орбитой и эклиптикой близок к 5°. В результате наклон лунного

экватора к лунной орбите близок к 6°,5. По этой причине, обращаясь вокруг Земли, Луна периодически «поворачивает» к нам то южный, то северный свой полюс и потому нам частично приоткрываются околополярные зоны невидимого полушария Луны. Либрация по широте несколько уступает либрации по долготе и достигает ±6°41′.

*Параллактическая либрация.* При вращении Земли наблюдатель перемещается в пространстве на тысячи километров и по этой причине может несколько «заглядывать» в невидимое полушарие Луны и тем самым наблюдать с Земли более 50% лунной поверхности. Параллактическая либрация невелика и составляет примерно 1°.

Точности ради стоит упомянуть еще о *физической либрации*. Если первые три разновидности либрации вызваны, в сущности, геометрическими причинами (изменением расположения наблюдателя по отношению к Луне), то физическая либрация порождена некоторой, правда, незначительной, неравномерностью вращения Луны вокруг оси. Эта неравномерность объясняется тем, что Луна не имеет строгой шарообразной формы, а слегка вытянута в направлении к Земле. «Покачивания» Луны, называемые физической либрацией, крайне незначительны и составляют всего несколько минут дуги. И все же благодаря всем четырем либрациям земной наблюдатель видит не половину, а около 60% лунной поверхности.

В прошлом веке по наблюдениям «краевых» образований на лунном диске некоторые астрономы пытались себе представить гипотетический облик обратной стороны Луны. В какой-то мере их метод напоминал метод Кювье, позволяющий по нескольким костям ископаемых животных представить себе внешний облик древних обитателей Земли. В отношении Луны, как мы теперь убедились, этот метод в целом оказался неудачным, хотя отдельные предсказания получились достаточно близкими к истине. Так, в популярной когда-то монографии о Луне Ю. Франца утверждается, что «на задней стороне Луны, позади ее северо-восточного края, севернее пояса морей, находится обширная, светлая, богатая кратерами возвышенность, совершенно лишенная морей»*).

Наше знакомство с молодой Луной мы начнем с обзора краевых зон, расположенных вблизи лунного лимба. Продвигаясь от северного полюса Луны (см. Приложение VIII) вдоль лимба к югу, мы на самом краю лунного диска прежде всего встречаем вытянутую темную полоску — Море Гумбольдта (*1* на рис. 78). Это море имеет форму слегка вытянутого овала, его средний поперечник порядка 200 км. Иную форму имеет Краевое Море, далеко уходящее в невидимое полушарие Луны. Хотя, как и Море Гумбольдта, оно кажется земному наблюдателю узенькой

---

*) Франц Ю. Луна.— М.: 1923, с. 109.

полоской, на лунном глобусе видно, что Краевое Море имеет весьма неправильную форму с многочисленными «заливами» и наибольший его поперечник близок к 400 км. Следующее к югу за Краевым Морем лунное Море Смита по площади превосходит Море Краевое и в южной части имеет на своем дне два крупных кратера, что хорошо видно на лунном глобусе. Наконец, Южное Море по площади превосходит все предыдущие моря вместе взятые. Его дно усеяно крупными кратерами, а форма совсем неправильная.

На самом верхнем краю, или, точнее, на верхнем роге (при наблюдении в телескоп) молодой Луны при достаточно большом увеличении можно заметить неровности лимба. Это самая высокая горная цепь на Луне, получившая наименование гор Лейбница. Некоторые из вершин этих гор, близких к южному полюсу, вздымаются вверх почти на 10 км. Одна из них, самая высокая, при всех фазах Луны постоянно освещается Солнцем. Эта высочайшая лунная гора пока никак не названа. Было бы, вероятно, уместно и справедливо назвать ее пиком Циолковского — великого основоположника космонавтики. Если вспомнить, что по диаметру Луна почти вчетверо меньше Земли, приходится признать, что лунная поверхность относительно гораздо более неровная, чем земная.

Интересно наблюдать краевые зоны Луны неоднократно, заглядывая при этом то в большей, то в меньшей степени в невидимое полушарие Луны. При таких наблюдениях лунный глобус особенно полезен — по нему можно установить, какие объекты невидимого полушария Луны временно оказываются в зоне видимости земного наблюдателя.

Рассмотрим теперь в телескоп общую панораму лунного серпа. Главное, что бросается в глаза,— обилие кратеров, этих характернейших, наиболее распространенных форм лунного рельефа. Со времен Галилея и до наших дней дошли никогда не прекращавшиеся споры о происхождении кольцевых лунных гор. Успехи космонавтики, пожалуй, лишь обострили эту дискуссию. Выявилось, что на всех уровнях и при всех масштабах «кратерность» — характернейшая черта лунной поверхности. Если в крупнейшие современные телескопы на поверхности Луны различимы кратеры поперечником в сотни метров, то космические автоматы и космонавты, посетившие Луну, обнаружили великое множество мелких и мельчайших кратеров с поперечниками в метры и даже сантиметры. Общее число всех лунных кратеров неисчислимо велико, но вряд ли все они имеют общее происхождение.

Есть две гипотезы о происхождении лунных кратеров. Одна из них, условно именуемая «метеоритной», полагает, что большинство (если не все) лунных кратеров образовалось при падении на Луну метеоритов. По земному опыту мы знаем, что, действительно, удар крупного метеорита о земную поверхность приводит к образованию так называемого взрывного метеоритного

кратера (рис. 83). При скорости соударения в несколько километров в секунду (и выше) метеорит взрывается в буквальном смысле этого слова. При ударе кристаллическая решетка твердого метеоритного тела разрушается и молекулы метеорита, уже не связанные друг с другом, напоминают молекулы сильно сжатого газа. Такой «газовый сгусток», естественно, стремится расшириться и это расширение происходит взрывообразно. Подсчитано, что при скорости соударения в 4 км/с взрыв получается

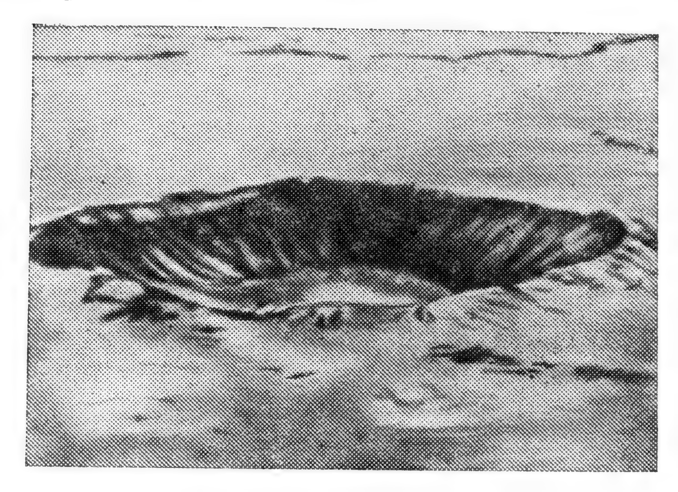


Рис. 83. Аризонский метеоритный кратер.

таким же мощным, как если бы взорвалось равное метеориту по массе количество тринитротолуола. При большей скорости соударения выделение энергии при взрыве увеличивается в десятки раз.

За последнее время в различных районах Земли найдены крупные метеоритные кратеры, и по размерам и по форме напоминающие некоторые из кратеров Луны.

Сторонники «вулканической» гипотезы обычно указывают на кальдеры. Любопытно, что при возникновении кальдеры образуется котловина с крутым валом и ровным дном, напоминающая лунный «цирк». Если внутри кальдеры образуется новый вулкан, он напоминает центральную горку лунных кратеров и аналогия с лунным рельефом становится еще более полной (рис. 84).

В настоящее время спор между сторонниками той и другой гипотезы потерял смысл. Оказалось, что в формировании лунного рельефа принимали участие как внешние, так и внутренние факторы. Вероятно, мелкие и мельчайшие кратеры имеют метеоритное происхождение, крупные кратеры (как правило) — «вулканическое». Последнее слово мы поставили в кавычки не слу-

чайно — у нас пока отнюдь нет уверенности, что все или хотя бы некоторые центральные горки лунных кратеров — бывшие или даже нынешние действующие вулканы. С другой стороны, формирование кольцевой горы на Луне не обязательно похоже на возникновение земных кальдер — здесь пока лишь есть общие аналогии и нет количественной или даже хорошо обоснованной качественной теории. Впрочем, лунный мир таит в себе множество загадок и мы еще, по-видимому, далеки от правильного понимания всех обстоятельств, способствующих формированию современного лика Луны.

Обратим теперь наше внимание на некоторые наиболее примечательные кратеры. Чуть южнее Моря Гумбольдта виден крупный лунный кратер Эндимион. Поперечник его близок к 100 км, а дно совершенно ровное, лишенное центральной горки. Зато расположенные южнее Эндимиона два лунных кратера, Атлас и Геркулес, морфологически представляют собою лунные образования иного типа. Внутри Геркулеса видно чашеобразное жерло, окруженное разбросанными вокруг лунками, столь же хорошо сохранившимися, как и это жерло. Вполне возможно, что из этих жерл и лунок извергалась лава и края лавового «озера» застыли, образовав вал кратера.

Внутри кратера Атлас видны несколько свежих небольших кратеров-лунок, прерывистые гребни полузатопленных валов. По-видимому, извержения лавы происходили здесь неоднократно.

В гористой области, расположенной юго-восточнее перечисленных кратеров, найдите кратеры с центральными горками. Из них типичны Эрстед, Франклин, Гемин, Клеомед. Из кратеров с ровным дном наиболее примечателен Гаусс, расположенный вблизи края лунного диска. Его поперечник превышает 130 км.

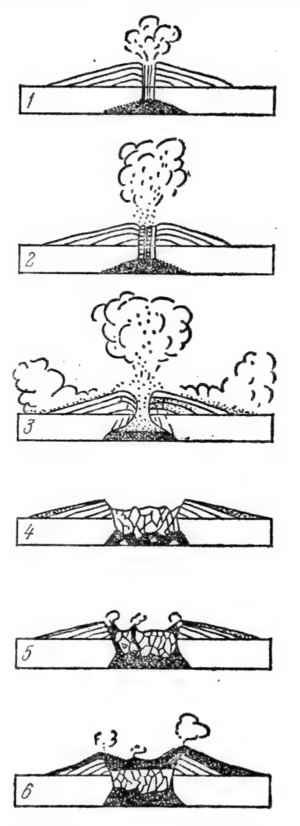


Рис. 84. Последовательные стадии образования кальдеры.

К югу от Моря Кризисов (рис. 85) на краю Моря Плодородия (или Изобилия) обращает на себя внимание крупный кратер Лангрен (поперечник 160 км) с центральной горкой высотой 900 м. Еще крупнее кратеры Венделин, Петавий и Фурнерий, вместе с Лангреном образующие цепочку кольцевых лунных гор,

различимых даже в полевой бинокль. Венделин и Петавий имеют в поперечнике 136 км, Фурнерий несколько меньше — 119 км. Вал последнего достигает высоты 3500 м. Но эти кратеры столь велики, что из их центра увидеть кольцевой вал невозможно —

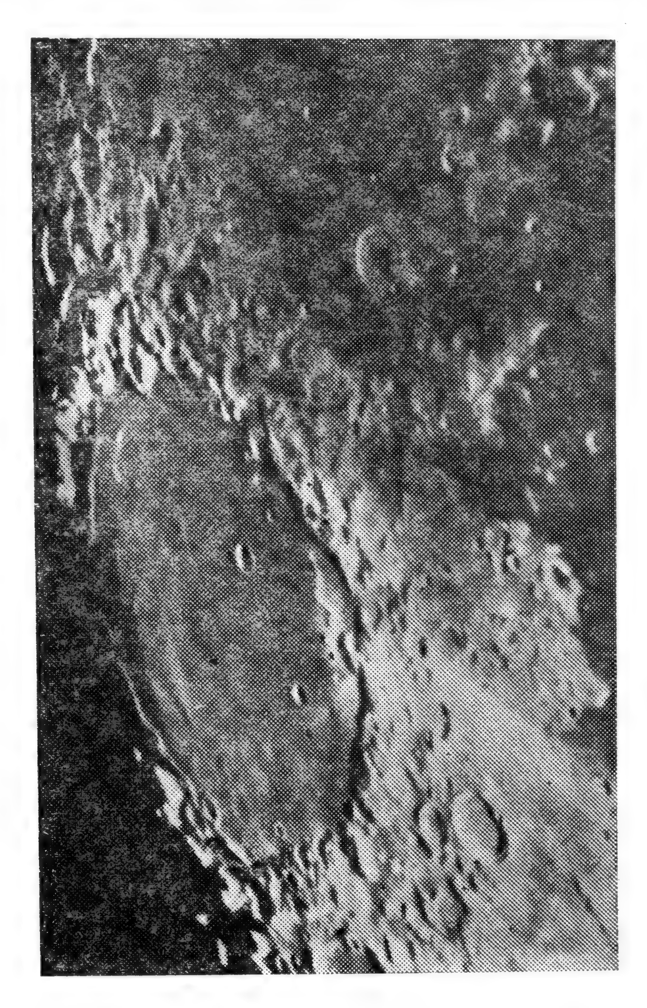


Рис. 85. Море Кризисов и его окрестности.

дальность горизонта на Луне из-за сравнительно большой искривленности ее поверхности составляет всего 2,5 км (на Земле — 4,8 км). Поэтому сказанное относится не только к исполинским лунным кратерам, но и к кольцевым горам средних размеров. При большом увеличении внутри Венделина и на его западном наружном склоне можно различить несколько трещин,

пронизанных небольшими, но многочисленными жерлами. Вряд ли можно сомневаться, что образование такого рода трещин, этих разломов лунной коры, связано с вулканическими процессами.

Рассмотрим внимательно еще один крупный лунный кратер Жансен, находящийся северо-восточнее Фурнерия в очень гористой, испещренной кратерами местности. Образование это замечательно прежде всего размерами — поперечник Жансена 204 км! Обратите внимание на сложную структуру дна кратера, на кратеры, сформировавшиеся там, где когда-то, по-видимому был древний вал Жансена. Картина эта характерна для многих районов Луны, где мы видим, как на валу крупного кратера возникли меньшие, «паразитные», как их называют, кратеры — образования, заведомо более молодые, чем основной крупный кратер. Вы можете в окрестностях Жансена найти немало подобных примеров. Они свидетельствуют о разном возрасте различных лунных образований, о постепенном формировании современного лика Луны, процессе, растянувшемся на миллиарды лет. Значит, на Луне есть образования молодые, старые и очень древние и вряд ли можно сомневаться, что эволюция лунной поверхности отнюдь не завершилась в прошлом, но продолжается и поныне.

Известный советский исследователь Луны А. В. Хабаков различает следующие шесть периодов в эволюции поверхности Луны *):

1. *Первоначальный* период, когда Луна была покрыта первобытной корой с бугристой или гребнистой поверхностью. Никаких кольцевых гор в ту пору на Луне не было. Быть может, лишь отдельные, лишенные кратеров участки лунных «материков» сохранили какие-то следы первоначального периода.

2. *Древнейший* период, последовавший за первоначальным, был периодом активного кратерообразования за счет главным образом внутренних, «эндогенных» сил. От этого периода следы также, по-видимому, не сохранились. Быть может, лишь «фестончатый» край Алтайских гор состоит из полуразрушенных древнейших лунных кратеров.

3. *Древний*, или *алтайский* период характерен опусканием значительных участков лунной коры, сопровождавшихся обильными излияниями лавы. В этот период формировались древние «моря» Луны, ныне почти полностью исчезнувшие. Алтайский хребет, расположенный на материке, возможно, когда-то был берегом древнего моря, исчезнувшего в следующий период.

4. *Средний*, или *птолемеевский* период, когда снова, как и в древнейший период, началось интенсивное кратерообразование, сопровождавшееся исчезновением древних лунных морей. Из старых кольцевых гор, возникших в ту эпоху, остался кратер Птолемей, а также ряд полузатопленных лавой кратеров.

---

*) Подробнее см. в кн.: Хабаков А. В. Об основных вопросах истории развития Луны.— М.: Географгиз, 1949.

5. *Новый,* или *океанский* период отмечен новыми грандиозными опусканиями лунной коры, затоплением лавой большинства возникших до этого кратеров и, наконец, формированием современного пояса лунных морей со знакомыми нам очертаниями.

6. Новейший или *коперниканский* период характерен новым появлением кратеров на поверхности морей. Из этих молодых,

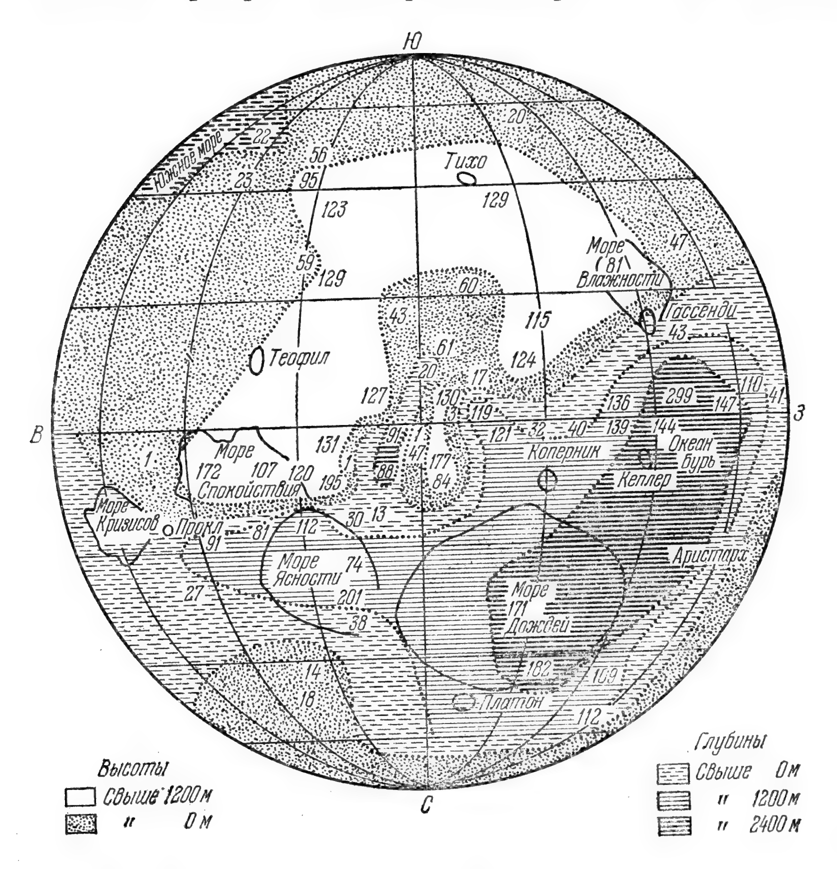



Рис. 86. Карта высот и понижений на лунной поверхности.

отлично сохранившихся кратеров с их резким рельефом и расходящимися радиально от них светлыми лучами наиболее примечателен кратер Коперник, находящийся на поверхности Моря Дождей.

Периодичность в эволюции Луны связана, как считает А. В. Хабаков, с пульсацией лунного шара, с его периодическим расширением и сжатием. В эпохи расширения возникали кратеры, в эпохи сжатия — низменности морей, залитые лунным «соком» — лавовыми излияниями. Естественно, что сжатия и рас-

ширения приводили к растрескиванию лунной коры — отсюда то обилие трещин и борозд, которые мы наблюдаем на поверхности нашего спутника. Точнее, трещины и борозды, эти разломы открытого типа, возникали при расширениях Луны. При ее же сжатии на поверхности морей образовывались валы и жилы, то есть разломы закрытого типа.

В настоящее время гипотеза А. В. Хабакова о пульсациях лунного шара большинством селенологов считается устаревшей, но его периодизация истории лунного рельефа принята и в современной селенографии.

На рис. 86 показан современный рельеф видимого полушария Луны. Здесь нет мелких деталей (кратеров, борозд и т. п.), а представлена в целом панорама возвышенностей и низменностей на Луне. Этой картой читатель сможет воспользоваться и в дальнейшем, на всех этапах его знакомства с Луной.

В нижней, северной части лунного диска на поверхности частично видимого Моря Холода выделяются валы. Они отлично просматриваются и на поверхности Моря Кризисов и Моря Плодородия.

Из разломов открытого типа весьма интересна Долина Рейта, расположенная в южной части лунного диска. Она тянется почти с юга на север, достигая в длину 150 км. Ширина долины в среднем близка к 20—25 км, хотя вблизи кратера Рейта эта долина сужается, уступая место кратерному валу. Любопытно, что Долина Рейта пересекается серией поперечных рубцов — также разломов лунной коры, но возникших позже долины.

Из полузатопленных лавой кратеров интересны кратер Гертнер в Море Холода, кратер Лемонье в Море Ясности, кратер Дагерр в Море Нектара. Читателю предоставляется интересная задача — отыскать сначала на карте, а затем и на молодой Луне другие полузатопленные и частично разрушенные лунные кратеры — наглядное свидетельство бурных катаклизмов, когда-то происходивших на поверхности Луны.

На поверхности Моря Плодородия есть два небольших, примкнувших друг к другу кратера-близнеца Мессье А и Мессье В. Их поперечники не превосходят 15 км, но от кратера Мессье А по поверхности моря тянется светлый луч длиной 217 км. Внешне он напоминает хвост кометы или луч прожектора и, несомненно, образован веществом, выброшенным из Мессье А. Кстати сказать, детальные исследования этого необычного кратера показали, что «жерло» кратера Мессье А направлено не вертикально вверх, а подобно жерлу пушки, наклонно к горизонту. Пожалуй, в этом случае светлое вещество могло быть лишь извергнуто из лунных недр — при падении метеорита и его последующем взрыве выброс лунного грунта происходил бы во все стороны примерно равномерно. О кратерах-близнецах Мессье существует обширная литература. При разных условиях освещения они видны по-разному и долгое время многие наблюда-

тели были уверены, что в данном случае речь идет о реальных изменениях лунного рельефа, происходящих буквально на глазах. На самом деле в этой иллюзии повинна игра света.

Мы закончим знакомство с достопримечательностями молодой Луны подробным обозрением Моря Кризисов (см. рис. 85). В сущности, это лунное море диаметром около 600 км, с округлой формой, обрывистыми берегами и ровным, чуть-чуть зеленоватым дном можно считать очень крупным лунным кратером. Во всяком случае морфологически оно сходно с уже знакомыми нам кратерами Лангреном или Венделином, отличаясь от них лишь большими размерами. Вдоль всей прибрежной линии Моря Кризисов видны частично разрушенные, полузатопленные древние кратеры и есть данные, свидетельствующие о том, что под дном Моря Кризисов погребен древний кратерный рельеф.

Море Кризисов, как и чуть меньшее, но похожее на него Море Нектара, иногда называют кратерными морями. Некоторые исследователи склонны считать кратерными даже такие огромные лунные моря, как Море Ясности и Море Дождей. В какой мере это обобщение соответствует действительности, покажет будущее.

# НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУМЕСЯЦА

Через неделю после новолуния наступает фаза первой четверти, когда молодой полумесяц с раннего вечера и почти до полуночи становится весьма удобным объектом для наблюдений. Терминатор делит пополам видимый диск Луны и в солнечном освещении открываются новые, весьма интересные области соседнего мира.

Обратим прежде всего внимание на округлое Море Ясности, возможно, принадлежащее, как уже говорилось, к числу кратерных морей (рис. 87). Правда, окружающие его горные области не образуют сплошного кольца — рассмотрите на карте «проливы» из Моря Ясности в соседние Море Спокойствия и Озеро Сновидений. И все-таки некоторое сходство с исполинским кратером у Моря Ясности, безусловно, есть.

Продвигаясь вдоль берегов Моря Ясности, мы встретим немало полузатопленных (кратер Посидоний) или почти затопленных (кратер Лемонье) древних кольцеобразных гор. И наряду с этим в южной части моря, на границе с Морем Спокойствия, выделяется своей прекрасной сохранностью молодой кратер Плиний.

Характерная особенность Моря Ясности — обилие изогнутых валов, усеивающих его поверхность. То, что многие из них изогнуты параллельно берегам, вряд ли является случайным, как не случайно и то, что ряд кратеров (Бессель, Лютер и другие) расположен как раз на валах. Как линии разломов, хотя и скрытые, валы представляют собой те места лунной коры, в которых, возможно, выход лав с образованием вулканов значительно облегчен по сравнению с окружающей местностью.

На поверхности Моря Ясности есть небольшой кратер Линней, с которым связана загадочная история. Опытные наблюдатели первой половины прошлого века (Лорман, Медлер и другие) неоднократно описывали кратер Линней, как глубокий, хотя и небольшой кратер поперечником 8 км. В 1866 г. Ю. Шмидт, наблюдавший Луну в Афинах, ко всеобщему удивлению заявил, что кратер Линней исчез, а на его месте виднеется белое, облакообразное пятно, в котором позже открыли совсем крохотный кратер. Это пятно, как утверждал Шмидт, вблизи терминатора становится почти незаметным.

Сообщение Шмидта вызвало сенсационную шумиху. Она усилилась год спустя, когда Медлер снова увидел кратер Линней в прежнем его виде. Любопытно, что в 1903 г. была найдена старая зарисовка этого кратера, сделанная еще в 1788 г. художником-профессионалом Д. Ресселом, на которой загадочный кратер выглядит таким же белым пятном, каким его увидел Шмидт почти восемь десятилетий спустя. В том же 1903 г. В. Пиккеринг опубликовал фотографический атлас Луны, в примечаниях к которому утверждается, что диаметр светлого пятна уменьшается

во время высокого положения Солнца над горизонтом Луны и увеличивается во время лунных затмений.

Реальны ли все эти изменения? Вызваны ли они различными условиями освещения той местности, где находится Линней,



Рис. 87. Море Ясности и его окрестности.

или в этом месте совершаются какие-то активные, но пока непонятые нами процессы? На эти вопросы сегодня еще не найдены окончательные ответы.

В Море Спокойствия, отлично видимом во время первой четверти (рис. 88), мы замечаем в центре полуразрушенный кратер

Ламонт и расходящиеся от него валы. И снова, наряду с молодым кратером Маскелайн, Море Спокойствия хранит на своей поверхности, особенно вблизи берегов, многочисленные руины — полузатопленные, разрушенные древние кратеры, иногда сохранившиеся лишь в виде полуколец. В проливе, соединяющем

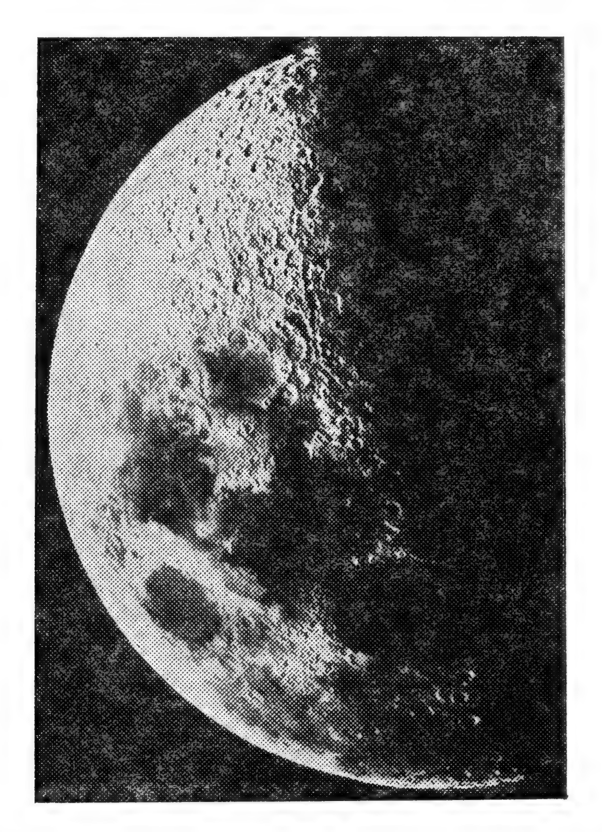


Рис. 88. Луна в фазе первой четверти (изображение перевернутое).

Море Спокойствия с Морем Нектара, любопытен широкий полукруглый вал, окружающий кратер Торричелли.

Море Паров вместе с Заливом Центральным, расположенное вблизи терминатора, обладает особо примечательной системой разломов, из которых прежде всего обратим внимание на огромную трещину Ариадей.

Южнее кратера Юлий Цезарь эта трещина рассекает в широтном направлении материковый массив, а затем продолжается по дну Моря Паров. Правее трещины Ариадей и параллельно ей на дне Моря Паров виден другой исполинский разлом-трещина Гигин с одноименным кратером посередине. В крупные телеско-

пы и на снимках, полученных с искусственных спутников Луны, видны примечательные подробности: дно обеих трещин усеяно множеством мелких кратеров, причем в трещине Гигин их больше, чем в трещине Ариадей. Длина обеих трещин весьма внушительна — Ариадей имеет в длину около 200 км, трещина Гигин лишь немногим короче.

Если бы мы оказались на поверхности Луны, трещина Гигин предстала бы нам, как длинное ущелье с обрывистыми краями. Воронки кратеров, усеивающих дно трещины, по диаметру несколько превосходят ее ширину. Вокруг этих кратеров заметны туманные ореолы, по-видимому, следы вещества, изверженного из кратеров. Аналогичное строение имеет Ариадей.

Обе трещины образовались в результате растрескивания лунной коры. Возникшие разломы стимулировали вулканическую деятельность, и вдоль трещин, найдя себе удобный выход наружу, изверглась лунная лава, образовав при этом мелкие кратеры.

Несколько иной внешний облик имеют разломы в окрестностях кратера Триснеккер, находящегося в южной части Моря Паров. Сам кратер небольшой (диаметр 25 км), имеющий высокую центральную горку. Левее Триснеккера видны узкие и глубокие трещины. Здесь, как и в других местах лунного мира, длина трещин превосходит их ширину в сотни раз. Поперечный разрез трещин около Триснеккера клиновидный — эти трещины узки, глубоки и тянутся в длину на многие десятки километров. То, что трещины Триснеккера не параллельны трещинам Ариадей и Гигин, свидетельствует о том, что растяжение лунной коры происходило в разных направлениях.

По берегам Моря Паров обращают на себя внимание три хорошо сохранившихся молодых кратера Манилий (диаметр 40 км), Бошкович (диаметр 44 км) и Агриппа (диаметр 40 км), с четко выраженными центральными горками.

В южной, верхней (при наблюдениях в телескоп) части молодого месяца, на обширной материковой территории, усеянной огромным множеством кратеров, близко к терминатору выделяются две исполинские кольцеобразные горы — кратеры Альбатегний и Гиппарх.

Поперечник первого из них близок к 120 км. Обращает на себя внимание очень сложная структура вала Альбатегния. На нем много «паразитных» кратеров, образовавшихся позже того, как сформировался Альбатегний. Видно, что этот район Луны был когда-то очень активным — и в вулканическом и в тектоническом отношениях.

Менее мощным и сложным валом обладает кратер Гиппарх (диаметр 190 км). Но и этот вал усеян «паразитными» кратерами (в том числе и такими крупными, как кратер Галлей диаметром 29 км), а на дне Гиппарха, наряду с полузатопленным кратером Гюльден (диаметр 37 км), виден молодой, еще не подвергнувшийся разрушению кратер Горрокс (диаметр 30 км).

На побережье Моря Нектара дня за два до первой четверти обращает на себя внимание цепочка из трех крупных кратеров — Теофил (диаметр 99 км). Кирилл (диаметр 85 км) и Катарина (диаметр 102 км). Прежде всего бросается в глаза любопытная деталь: кратер Теофил образовался явно позже кратера

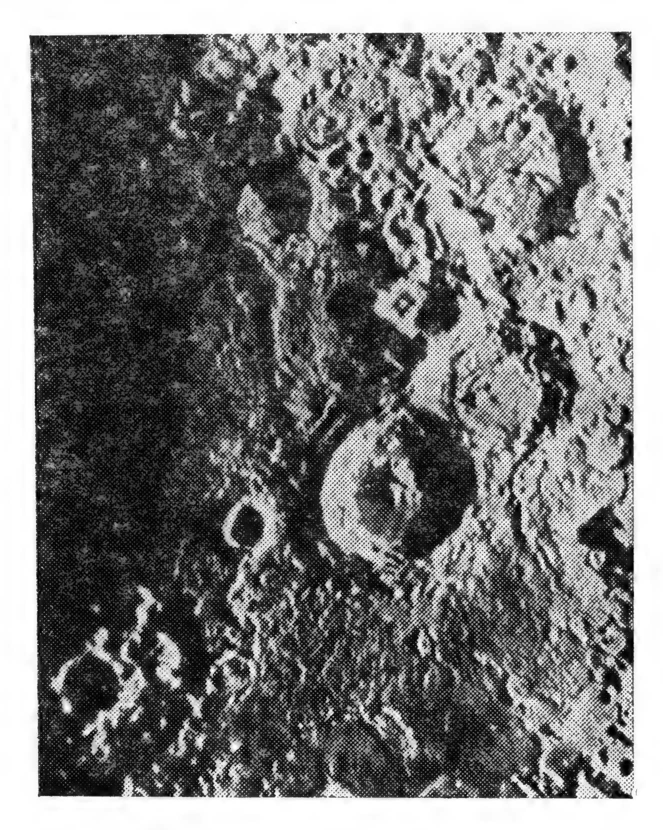


Рис. 89. Кратеры Теофил, Кирилл и Катарина.

Кирилл — вал Теофила разрушил ранее существовавший вал Кирилла. Овальный по форме кратер Катарина узкой горловиной соединен с Кириллом (рис. 89).

Кратер Катарина любопытен тем, что в этом районе Луны сохранились признаки многократных извержений. На вале Катарины видны «паразитные» кратеры, а на дне Катарины, при наблюдениях в крупные телескопы, удается различить 14 полузатопленных кратеров разного возраста.

Цепочки кратеров, подобные Теофилу, Кириллу и Катарине, далеко не редкость на Луне. В горной стране, простирающейся к югу от этих кратеров, наблюдатель найдет немало

очень сложных форм рельефа и среди них цепочки из многих кратеров. Видимо, когда-то здесь вулканические процессы отличались особой мощью и периоды вулканической и тектонической активности сменялись периодами относительного затишья.

На лунной карте прямо над Катариной (к югу от этого кратера) виднеется древнейшая горная цепь Алтай, возможно, когда-то бывшая высоким берегом давным-давно исчезнувшего моря. Некоторые из вершин лунного Алтая имеют высоту 3900 м. Любопытно, что когда терминатор проходит через Алтай, последний образует большой светящийся выступ, видимый даже невооруженным глазом. Тогда земному наблюдателю Луна напоминает «профиль с носом», а рога месяца — колпак и бородку клоуна. Не этим ли обстоятельством можно объяснить старинные «очеловеченные» изображения лунного серпа?

Структура Алтайских гор существенно отличается от строения других лунных горных цепей. Эти горы состоят как бы из валов полуразрушенных кратеров и потому здесь наблюдатель не увидит четко выраженного хребта. Только в дни, когда лунный Алтай близок к терминатору, этот район Луны предстает земному наблюдателю как некая возвышенность.

Лунный Алтай, растянувшийся в длину на 450 км,— это район древнейших лунных пород, сохранивших, быть может, в себе следы ранней истории лунного мира. С этой точки зрения и для космонавтов, и для лунных автоматов Алтайский хребет представляет особый интерес.

Возвращаясь в северную, «нижнюю» часть лунного диска, обратим внимание на два крупных лунных кратера — Аристотель (диаметр 85 км) и Евдокс (диаметр 64 км). Оба они расположены на южном берегу Моря Холода.

На границе Моря Ясности расположены две горные цепи — Балканы и Апеннины. Балканы иначе иногда называют горной цепью Гемус. Это — древнейшая полоса гористой суши, сильно разрушенная временем. От прежней, когда-то мощной горной цепи остались отдельные изолированные, сглаженные и невысокие гребни.

Совсем иной облик имеют лунные Апеннины. Это молодая, самая мощная на видимом полушарии Луны горная цепь. В первую четверть она приоткрывается лишь частично и отдельные, наиболее высокие вершины Апеннин, освещенные Солнцем, выступают яркими точками в темной части Луны. Поэтому с подробного описания Апеннин целесообразно начать следующую главу, посвященную пейзажам нарастающей Луны.

## НАРАСТАЮЩАЯ ЛУНА

Спустя один-два дня после первой четверти наблюдателю Луны во всем своем великолепии открывается самая, пожалуй, примечательная горная цепь — Апеннины. Эта горная гряда окаймляет юго-западную окраину огромного Моря Дождей, средний поперечник которого близок к 1200 км. Впадина, именуемая Морем Дождей, одна из самых глубоких на Луне. В восточной ее половине глубины (по отношению к среднему уровню лунной поверхности) превышают 1200 м, а в западной половине Моря Дождей они вдвое больше.

Апеннины — отлично сохранившиеся и, по-видимому, молодые лунные горы. Некоторые из вершин этого хребта достигают в высоту 5—6 тысяч метров. Северо-западный склон Апеннин, обращенный к Морю Дождей, относительно крут. Зато юго-восточный склон этой горной цепи, обращенный к Морю Паров и Морю Ясности, значительно более покат и широк.

Южная оконечность Апеннин упирается в кратер Эратосфен, диаметром 60 км. На севере Апеннины становятся низкими. Можно также заметить поперечные разломы в лунных Апеннинах. Они особенно хорошо видны в районе Залива Зноя.

Склоны Апеннин, обращенные к Морям Паров и Ясности, напоминают контрфорсы, которыми иногда укрепляют здания. Эти отроги, судя по всему, более древние, чем обрывистый берег Моря Дождей (рис. 90). Вряд ли можно сомневаться, что само это море и юго-восточный обрывистый его берег возникли в результате резкого опускания того участка лунной поверхности, которое мы ныне именуем Морем Дождей. Что касается поперечных линий разломов, то они заметны не только на горном кряже, но и на всей территории Моря Дождей.

К северу от пролива, соединяющего Море Ясности с Морем Дождей, виднеется невысокая и как бы расплющенная горная цепь, названная Гевелием Кавказом. Надо заметить, что этот гданьский астроном называл лунные объекты не всегда удачно. Так, например, лунный Кавказ больше похож на земные Апеннины, а лунные Апеннины на земной Кавказ. Но в конце концов в перечне названий деталей лунного рельефа есть много условностей, игнорирующих физическую сущность объекта (достаточно вспомнить о лунных «морях», не содержащих ни капли воды).

На лунной поверхности Кавказ служит продолжением Апеннин. В сторону Моря Дождей его уступы относительно круты, а в противоположном направлении склоны Кавказа так же покаты, как и западные склоны Апеннин. В отличие от последних, Кавказ не образует сплошной горной цепи. Он распадается на ряд отдельных бугров, кое-где испещренных кратерами.

Южный берег Моря Дождей представляет собой низкую, сложнобугристую горную область, слегка повышающуюся в сторону этого моря. Она называется Альпами. Самая высокая

вершина Альп (Монблан) имеет высоту 3600 м. Наиболее замечательный объект в этом районе Луны — широкая и протяженная долина Альп, напоминающая исполинский порез или шрам на лике Луны. Она прорезает альпийский горный массив от Моря Дождей до Моря Холода и с давних времен привлекает к себе

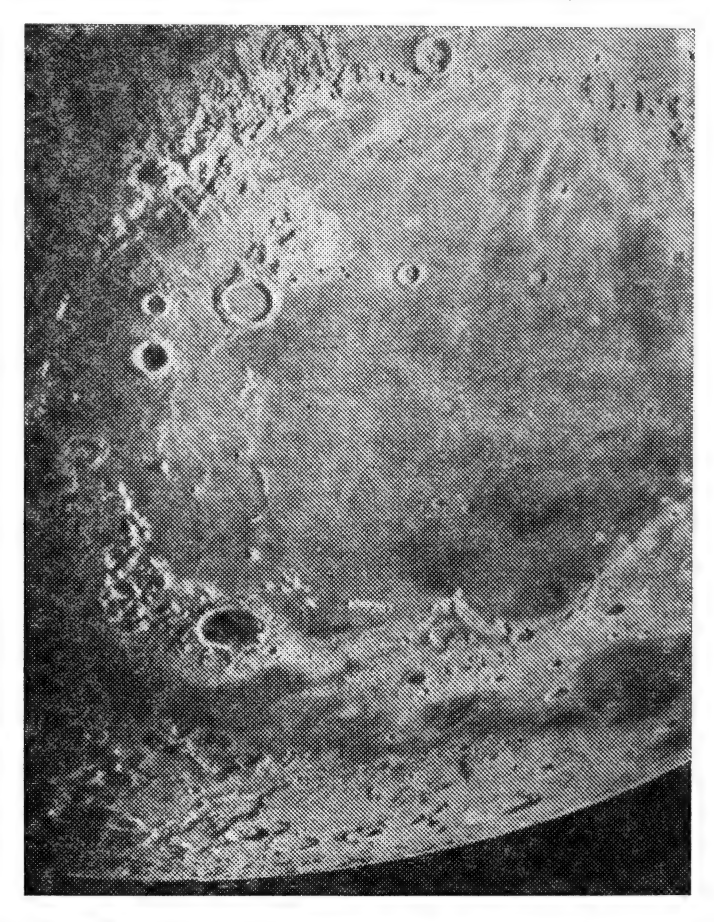


**Рис.** 90. Море Дождей и окаймляющие его горные хребты (изображение перевернутое).

внимание исследователей Луны. Некоторые из них предполагали, что в этом месте Луны когда-то «скользнул» по ее поверхности крупный метеорит. Он «прорезал» лунные Альпы, оставив в них след в виде глубокой долины.

Эта наивная гипотеза сегодня может рассматриваться лишь как курьез. Известно, что скорость соударения метеоритов с Луной не меньше нескольких километров в секунду. При такой

скорости (под каким бы углом к поверхности Луны он ни падал) метеорит при ударе о лунную поверхность образует кратер, а не протяженную горную долину.

Долина Альп — типичное тектоническое образование. Она почти прямолинейна и тянется в длину на 165 км (при ширине от 5 до 15 километров). В сторону Моря Холода она заметно сужается, а наибольшей ширины достигает в толще горного массива. Дно долины сравнительно ровное, напоминающее русло канала. Обратите внимание на параллелизм в очертаниях обоих берегов долины — этот факт свидетельствует о том, что когда-то борта долины Альп соприкасались вплотную, а затем, при растрескивании лунной коры разошлись. Дно же образовавшейся долины было затоплено лавой, проникшей из соседних морей. Иначе говоря, по природе и происхождению долина Альп подобна трещинам и бороздам, с которыми мы уже встречались в других районах лунного мира. Кстати сказать, узкие поперечные трещины есть и в альпийской долине.

Северное побережье Моря Дождей образует горный массив Юра, на котором расположены несколько крупных кратеров (Мопертюи, Бианчини, Фуко, Шарп, Майран) и множество мелких. Примечательной деталью этого участка Луны является обширный Залив Радуги с мысами Лаплас и Гераклид.

Не требуется быть специалистом — селенологом, чтобы в Заливе Радуги усмотреть древний исполинский кратер, полузатопленный тем веществом, из которого состоит поверхность Моря Дождей. При этом затоплении часть вала была разрушена и, опустившись, «утонула» в том лавовом море, которое, застыв, превратилось затем в твердое дно Моря Дождей. Пожалуй, нигде на Луне мы не найдем бо́льших по масштабам следов грандиозных излияний лавы из лунных недр. Эти лавовые потоки когда-то залили и почти полностью разрушили древний рельеф на западном берегу Моря Дождей. Собственно говоря, и берега здесь почти нет, а Море Дождей «сливается» с самым обширным темным пятном на диске Луны — Океаном Бурь. Лишь южная окраина Моря Дождей обрамлена невысокой и многобугристой возвышенностью, именуемой Карпатами.

Карпаты составляют самую высокую часть когда-то существовавшего здесь обширного и плоского древнего нагорья, частично разрушенного и залитого лавовыми потоками. Таким образом, лишь восточные берега Моря Дождей высоки и обрывисты. С севера и с юга берега более низки и отлоги, а на западе они почти вовсе отсутствуют.

На дне Моря Дождей расположено немало интересных объектов. При удачных условиях освещения здесь видны протяженные валы, вообще повторяющие очертания берегов. Как и другие образования подобного рода, валы Моря Дождей возникли, по-видимому, при сжатии остывающей лавы, которая образовала морское дно. На этом дне есть небольшие горные хребты (напри-

мер, в северной части моря горы Тенериф и Прямой Хребет), а также отдельные изолированные пики — гора Пико и гора Питон (рис. 91). Эти пики представляют собой высокие, с широким основанием, утесы, изолированно возвышающиеся над однообразной равниной Моря Дождей. Высота горы Пико близка к 3 км, примерно так же высока и гора Питон. Их вершины покрыты

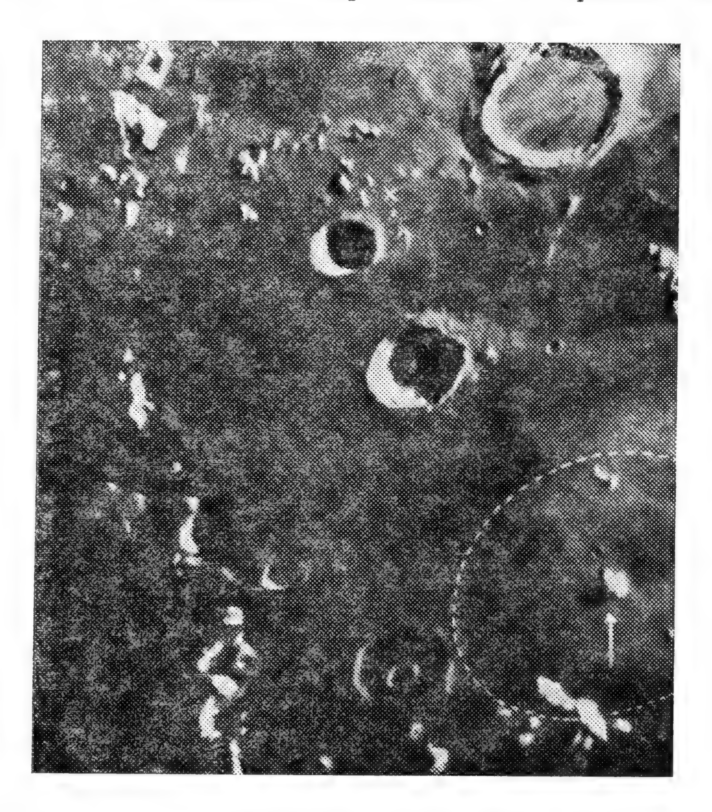


Рис. 91. Гора Питон (отмечена стрелкой). Штриховой линией помечен горизонт для наблюдателя, находящегося на вершине этой горы.

каким-то светлым веществом и, освещенные Солнцем, они кажутся сияющими. Надо заметить, что длинные узкие тени, отбрасываемые горами Питон и Пико, иногда создают ложное впечатление об остроконечности этих исполинских утесов. На самом деле космонавту, стоящему на лунной поверхности рядом с этими горами, они показались бы не остроконечными горными вершинами, а скорее, большими холмами — ведь гора Питон, например, при высоте около 2 км имеет основание поперечником в 28 километров. Подобный профиль имеют и другие изолированные и кажущиеся остроконечными лунные горы.

Горы Тенериф состоят из отдельных пиков, подобных горам Пико и Питон. Иногда такие пики сплачиваются в сплошные горные цепи, примером которой может служить Прямой Хребет.

Западнее Апеннин над равниной Моря Дождей возвышается тройка крупных кратеров — Архимед, Аристилл, Автолик. Самый крупный из них Архимед (диаметр 73 км), имеющий очень ровное дно. Две остальные кольцевые горы Аристилл (диаметр 51 км) и Автолик (диаметр 36 км) обладают неровным дном и хорошо сохранившимися центральными горками. Внутренние склоны всех трех кольцеобразных гор обрывисты, внешние гораздо более отлоги, что, как, вероятно, заметил читатель является характерной чертой почти всех лунных кольцеобразных гор. Проверьте это утверждение на примерах других кратеров (Тимохарис, Ламберт, Эйлер), расположенных на дне Моря Дождей. Любопытен кратер Кассини (диаметр 53 км), на дне которого видно еще несколько кратеров.

Самая замечательная кольцевая гора этого района Луны — огромный кратер Платон (см. рис. 90) как бы врезавшийся в массив лунных Альп. Поперечник Платона 96 км, а его вал (о чем можно судить по тени) имеет зубчатую форму и некоторые из вершин вала достигают в высоту 2 км. Правда, очутись в центре плоского, ровного дна Платона, мы бы и не заметили его вала, закрытого горизонтом.

Дно кратера Платон заметно темнее, скажем, дна Архимеда. Любопытно (и это отмечено многими исследователями Луны), что с увеличением высоты Солнца над дном Платона это дно не светлеет, как следовало бы ожидать (ведь тени от мелких деталей при этом укорачиваются!), а наоборот, темнеет. К концу же лунного дня поверхность дна Платона становится опять светлее, чем в полдень. Чем вызваны эти изменения, пока не ясно. Выдвигались самые разные гипотезы вплоть до экзотических. Предполагалось, например, что к полудню на дне Платона произрастает какая-то темная, скудная лунная растительность, чахнущая к концу лунного дня. Как ни заманчива эта гипотеза, судя по современным данным о Луне, она вряд ли соответствует действительности. Отсутствие атмосферы, влаги, резкие колебания температуры, облучение «жесткой» частью солнечного излучения — все это создает на Луне условия, по-видимому, исключающие возможность существования там жизни.

На южном берегу Моря Дождей, чуть южнее Карпат, обращает на себя внимание одно из самых замечательных образований на Луне — огромный кратер Коперник (рис. 92).

Еще до Риччоли его современник английский астроном начала XVII века Т. Гарриот нанес этот кратер на лунную карту в виде четкого светлого пятна. Возможно, что Риччоли использовал имя Коперника для наименования примечательного кратера не случайно — есть основания думать, что ученый-иезуит тайно симпатизировал учению великого польского астронома.

Кратер Коперник имеет поперечник 93 км. Есть на Луне и более крупные кратеры, но немногие из них сравнятся по сохранности форм, четкости структуры с Коперником. Кроме того, необычной «рельефности» этого образования способствует и то

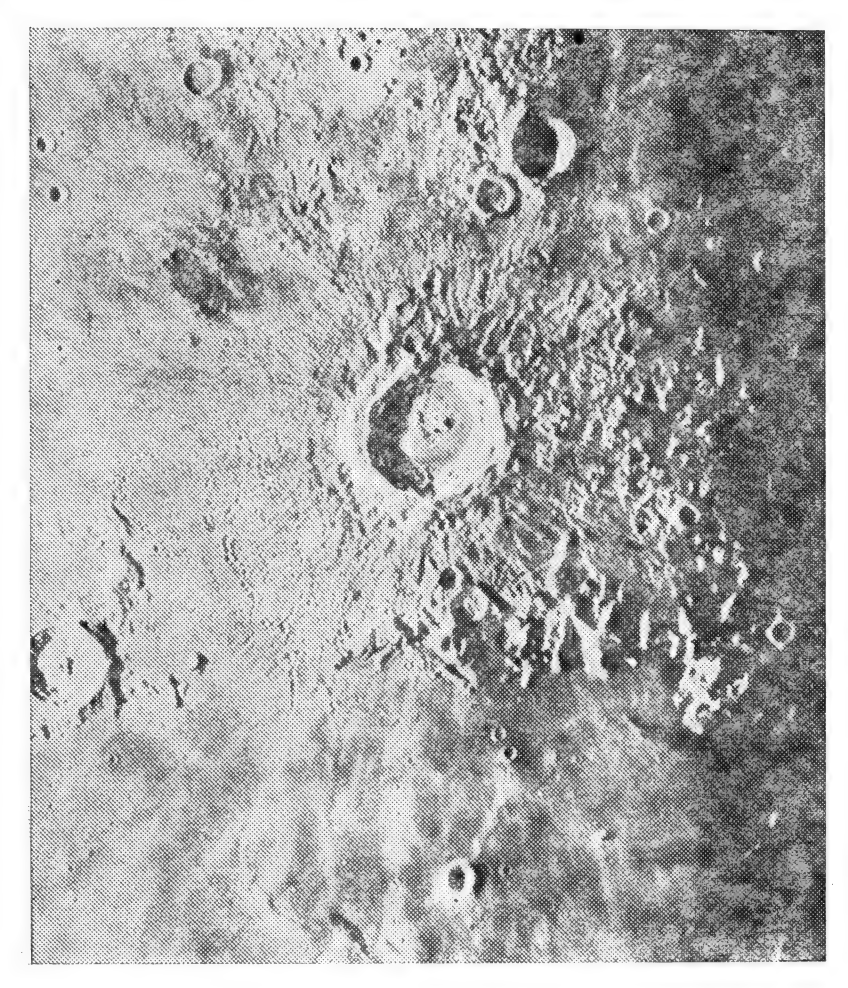


Рис. 92. Кратер Коперник и его окрестности.

обстоятельство, что кратер Коперник расположен не в горной стране, а на сравнительно ровном участке лунной поверхности.

Характерная особенность кратера Коперник: его ровное дно опущено по сравнению с окружающей местностью на 1600 метров, тогда как у большинства лунных кратеров дно находится почти на одном уровне с остальной лунной поверхностью.

Вал кратера Коперник очень высок — максимальное его возвышение над дном составляет 3800 м, а над окружающей поверхностью — 2200 м.

Даже в небольшие телескопы удается увидеть, что вал кратера состоит из нескольких террас. При наблюдении в более мощные инструменты заметно, что вал усеян множеством мелких кратеров, а террасы разделены глубокими расщелинами. Как и у других кратеров, внутренние склоны кратера Коперник менее пологи, чем внешние.

Обратите внимание на важную деталь, встречающуюся у многих кратеров: очертание вала Коперника скорее напоминает не окружность, а многоугольник. Тщательные исследования показали, что вал Коперника состоит из 12 более или менее прямолинейных участков. На дне кратера Коперник есть несколько центральных горок высотой в сотни метров. Северная часть дна более гладкая, чем южная.

Гарриот не случайно изобразил кратер Коперник в виде светлого пятна. Действительно, Коперник служит центром сложной системы светлых лучей (рис. 93), расходящихся радиально от него во все стороны. При ширине от 50 до 100 километров лучи кратера Коперник в некоторых случаях простираются в длину более, чем на 500 км. Из лучей особенно заметен яркий широкий луч, направленный к соседнему кратеру Кеплер. Кстати сказать, и этот кратер имеет свою систему светлых лучей, и там, где перекрываются лучи, идущие от двух кратеров, видны большие, яркие пятна.

Природа и происхождение светлых лучей пока еще не могут считаться окончательно установленными, но скорее всего эти детали лунного рельефа представляют собою полосы светлого, раздробленного вещества, выброшенного из кратеров при взрывных процессах. Был ли это взрыв при ударе метеорита о лунную поверхность, или взрыв произошел в результате внезапного освобождения внутренней энергии Луны — результат получится сходным: раздробленное взрывом и выброшенное из кратера вещество образует радиальные насыпи (лучи), а вблизи кратера, где этого вещества больше, неизбежно возникнут, рано или поздно, светлые ореолы или венцы.

В отношении кратера Коперник последнее, «вулканическое» объяснение более вероятно. Дело в том, что светлое вещество из Коперника выбрасывалось, как установлено, неоднократно. Многократное же падение крупных метеоритов в одну и ту же точку лунной поверхности практически исключено. «Лучистые» кратеры — это центры когда-то происходивших мощнейших вулканических извержений и хорошая сохранность как самих кратеров, так и окружающих их систем светлых лучей свидетельствуют о том, что эти бурные процессы происходили сравнительно недавно. Напомним, что «коперниканский» период считается новейшим периодом в эволюции Луны.

Любопытно, что поверхность, занимаемая светлыми лучами, изрыта многочисленными мелкими кратерами диаметром 3—5 км. Морфологически они весьма похожи на земные ударные метеоритные кратеры. Вполне возможно, что они образовались при ударе о лунную поверхность крупных осколков, выброшенных из

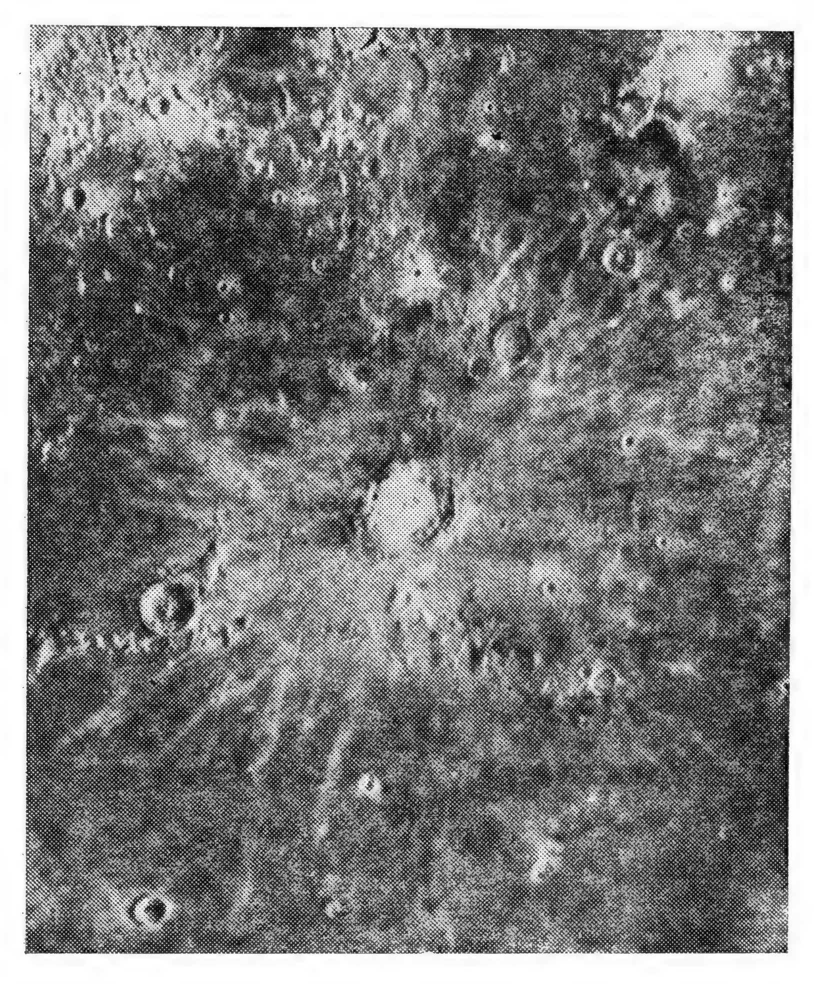


Рис. 93. Система светлых лучей кратера Коперник.

кратеров. Дробясь при ударе, вещество этих осколков пополняло насыпи раздробленного вещества, образующие лучи и венцы кратера Коперника. О том, как выглядит этот замечательный кратер с близкого расстояния, читатель может судить по рис. 94.

Сравнительно близко от кратера Коперник есть несколько кратеров такого же типа, но только уступающие ему в размерах.

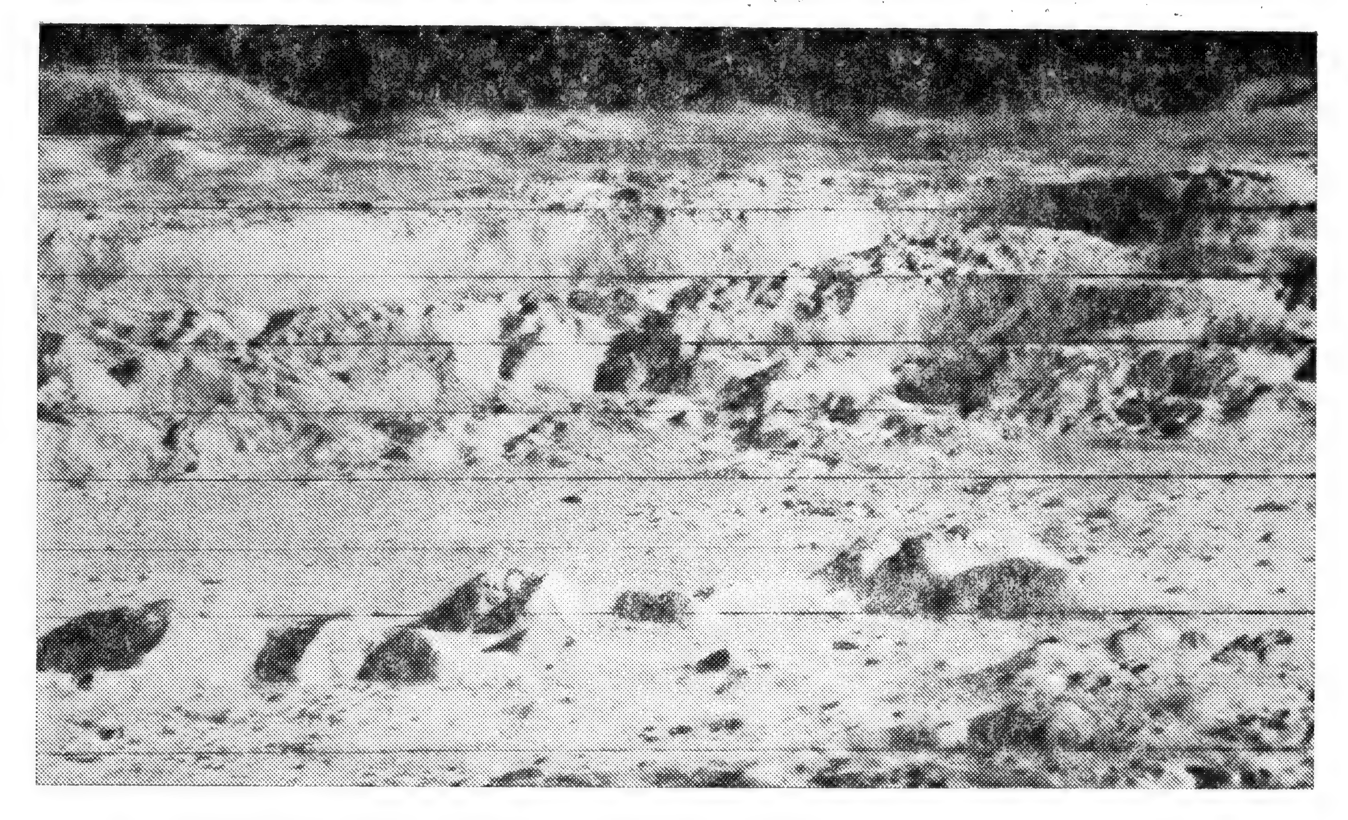


Рис. 94. Фотография кратера Коперник с высоты 25 км (получена с искусственного спутника Луны).

Прежде всего упомянем кратер Эратосфен (диаметр 60 км), расположенный в южных отрогах Апеннин. Он так же хорошо сохранился, как и Коперник, но вокруг него нет светлых лучей. Зато находящийся вблизи терминатора почти вдвое меньший кратер Кеплер (диаметр 32 км) обладает и светлым ореолом и светлыми лучами, часть из которых пересекаются с лучами Коперника. Следует заметить, что из всех лунных кольцевых гор кратеры типа Кеплера и по пропорциям и по размерам наиболее похожи на кальдеры земных вулканов. Правда, земная вулканическая кальдера Тенерив имеет в поперечнике 20 км, кальдера Браччано 15 км, остальные еще меньше. Однако существенно меньшая тяжесть на Луне содействовала образованию кальдер, значительно более крупных, чем земные.

Столь же молодо, как Кеплер, выглядят кратеры Рейнгольд (диаметр 47 км), Мейер (диаметр 29 км) и Ландсберг (диаметр 40 км), находящиеся поблизости от Коперника и Кеплера.

На фоне этих молодых кратеров контрастно выделяется полуразрушенный кратер Стадий (диаметр 67 км), разместившийся между Коперником и Эратосфеном. Внимательно рассмотрите этот полуразрушенный и полузатопленный кратер — как и в других местах Луны молодой, недавно возникший рельеф, сосуществует с древними руинами.

Кстати сказать, на обширной равнине Моря Дождей можно (при удачных условиях освещения) отыскать немало кратеров-призраков (или, как их принято называть, кратеров-фантомов). У этих кратеров, полностью погруженных в твердую, ныне темно-серую поверхность моря, нет никакого вала, отбрасывающего тень. Вместо вала на фоне моря как бы просвечивает бледное, туманное кольцо — «утонувший» древний кратер. Попробуйте отыскать эти призрачные следы древнего лунного рельефа — вы тогда наглядно почувствуете, что Море Дождей на самом деле было когда-то морем, но состоящим не из воды, а из огненно-жидкой, раскаленной лавы. Если ваши поиски будут успешными, попробуйте поискать кратеры-призраки и в других лунных морях.

Если от Залива Зноя продвигаться прямо на юг, на пути сначала встретится полуразрушенный кратер Шретер (диаметр 44 км), а затем, почти в центре лунного диска, крупный кратер Фламмарион (диаметр 72 км). Хотя он крупнее Шретера, но взгляд наблюдателя невольно сосредотачивается не на нем, а на цепочке из трех исполинских кратеров, расположенных южнее Фламмариона. Самый северный из этой тройки Птолемей (диаметр 146 км) не имеет центральной горки.

За ним к югу следует Альфонс (диаметр 124 км). Он более молод, чем Птолемей — его вал перекрывает вал последнего. Наконец, еще южнее виден кратер Арзахель (диаметр 92 км), как и Альфонс, имеющий центральную горку (рис. 95). Справа к Альфонсу и Арзахелю примыкает кратер Альпетрагий (диа-

метр 40 км). Да и вообще вокруг тройки исполинских кольцевых гор можно насчитать немало кратеров и сравнительно крупных и, особенно, мелких.

Валы Альфонса и Арзахеля двойные и полигональные, с весьма сложным строением, впрочем, хорошо заметным лишь в крупные телескопы. Вал Птолемея усеян остроконечными пиками, отбрасывающими при косом освещении длинные, острые тени.

Весь этот район Луны невольно оставляет впечатление, что когда-то здесь внутренние вулканические силы Луны поработали

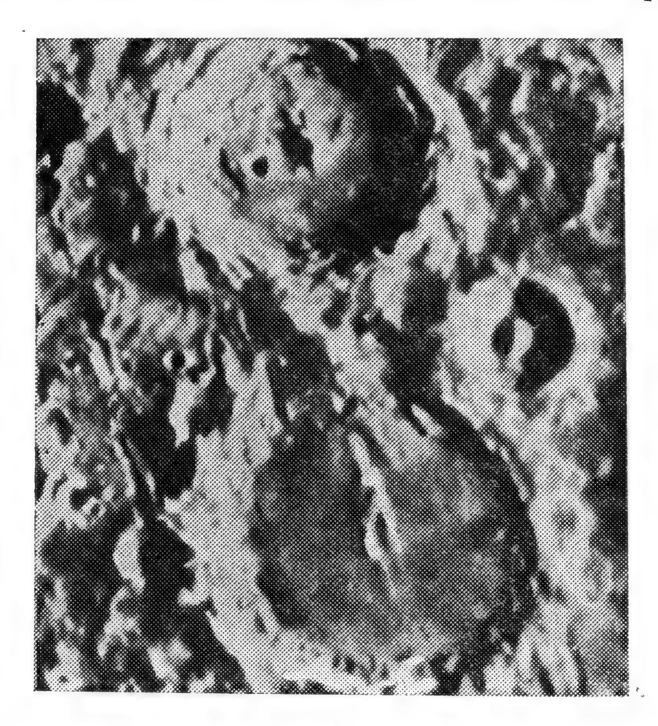


Рис. 95. Кратеры Альфонс (внизу), Арзахель (вверху) и Альпетрагий (справа).

на славу — рассмотрите местность к западу от Альфонса и Арзахеля. Сейчас эта картина кажется мертвой, навеки застывшей, как, впрочем, и остальные лунные ландшафты. Но, может быть, так только «кажется» при поверхностном наблюдении, а более тщательные исследования могут выявить следы современной вулканической активности Луны?

На дне Альфонса даже в небольшой телескоп можно рассмотреть загадочное образование — темный треугольник из какого-то вещества, обладающего меньшей отражательной способностью, чем остальная лунная поверхность. Этот треугольник

открыли еще в прошлом веке. Когда в его центре удалось рассмотреть маленький кратер, некоторые из астрономов высказали гипотезу, что из этого кратера когда-то было выброшено темное вещество, нечто вроде вулканического пепла, которое и образовало загадочный треугольный налет. Другие астрономы утверждали, что «пепел» слишком хорошо сохранился, а значит, должен был извергнут недавно, что невозможно, так как вулканическая активность, по их мнению, полностью прекратилась на Луне по меньшей мере сотни миллионов лет назад.

История с загадочным пятном на дне Альфонса, собственно, может считаться лишь эпизодом в длительной дискуссии (продолжающейся и поныне!) о действующих вулканах на Луне. Начало дискуссии было положено знаменитым исследователем звездного мира Джоном Гершелем. В 1787 г. он опубликовал сообщение о трех действующих вулканах на Луне. Из них два Гершель считал почти потухшими, но зато третий был виден две ночи подряд и казался похожим на маленький раскаленный кусок угля *).

Эти наблюдения Д. Гершеля относятся к апрелю 1787 г. Но и за четыре года до этого ему удалось, по его словам, увидеть на Луне еще более яркий и крупный действующий вулкан.

Позже, в XIX в. яркие светящиеся точки в темной части Луны иногда видели Г. Ольберс, К. Гардинг, В. Струве и другие опытные наблюдатели. Литература о действующих лунных вулканах в настоящее время содержит более сотни статей на эту тему. Но лишь в 1958 г. известному советскому астрофизику Н. А. Козыреву впервые удалось уверенно открыть если не действующий лунный вулкан, то во всяком случае нечто очень на него похожее.

Речь идет о центральной горке лунного кратера Альфонс, возвышающейся над уровнем дна почти на километр.

Еще в прошлом веке было замечено, что дно Альфонса, Платона и многих других лунных кольцеобразных гор иногда становится плохо различимым, как бы подернутым какой-то дымкой; такие наблюдения неоднократно проводились и в текущем веке, а в 1957 г. американский астроном Олтер на серии фотоснимков Альфонса, сделанных с разными светофильтрами, нашел, что изображения этого кратера в синих лучах гораздо менее отчетливы, чем в инфракрасных. На этот раз не глаз, а светофильтры зафиксировали синюю дымку, почти постоянно обволакивающую кратер Альфонс.

Год спустя, в ноябре 1958 г., Н. А. Козыреву при наблюдениях кратера Альфонс в 125-сантиметровый рефлектор Крымской Астрофизической обсерватории АН СССР удалось зафиксировать настоящее лунное извержение. Началось оно в ночь со

---

*) Подробнее см. в кн.: Историко-астрономические исследования: вып. IV.— М.: Наука, 1960, с. 263—279.

2-го на 3-е ноября, примерно час спустя после полуночи. В искатель рефлектора Козырев заметил, что центральная горка Альфонса стала какой-то размытой, неотчетливой, с необычным красноватым оттенком. В 3 часа 30 минут, когда после перерыва Козырев снова вернулся к наблюдениям, он был поражен необычайной яркостью и ослепительно белым цветом центральной горки. Затем очень скоро, через несколько минут, этот ослепительный блеск исчез и горка приняла обычный вид.

Козырев полагал, что все эти метаморфозы вызваны изменениями в условиях освещения центральной горки. Однако одновременно с визуальными наблюдениями в гид с помощью главного инструмента фотографировался спектр центральной горки. Когда наутро проявили спектрограммы, на них четко выделились широкие эмиссионные полосы, порожденные выделившимися из лунных недр облаками газообразного углерода.

Видимо, извержение лунного вулкана (центральной горки Альфонса) началось с выброса облака пыли или пепла, светящегося в лучах Солнца красноватым светом. Затем началось истечение газов из лунных недр, ярко светящихся под воздействием ультрафиолетовых солнечных лучей. Извержение закончилось поздней ночью, а во все последующие вечера Альфонс выглядел вполне обычно, как и его центральная горка.

Это первое достоверное наблюдение действующего лунного вулкана наводит на интересные размышления. Если из центральной горки Альфонса выделялся углерод, то это (как показал американский геохимик Юри) означает, что в лунных недрах есть карбид кальция ($CaC_2$). Когда внутренние — «подлунные» — воды смачивают карбид кальция, в результате химических реакций образуется ацетилен ($C_2H_2$). Этот последний очень неустойчив и под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца диссоциирует на углерод ($C_2$) и водород ($H_2$), которые и выделялись из центральной горки Альфонса.

Если рассуждения Юри верны, наблюдения Н. А. Козырева доказывают существования под поверхностью Луны жидкой воды, что могло бы иметь огромное значение для будущих работ по освоению Луны — ведь из воды можно получить кислород для искусственной атмосферы лунных жилищ. Однако следует заметить, что в спектре центральной горки Альфонса линий водорода Н. А. Козырев не обнаружил.

Для любителей астрономии наблюдения Н. А. Козырева поучительны и в другом отношении. Извержение лунного вулкана он наблюдал в гид визуально, а значит, в принципе подобные наблюдения возможны и для любителей астрономии, обладающими не слишком малыми телескопами (7 см и крупнее). Какая это увлекательная задача — систематическая «слежка» за центральными горками молодых лунных кратеров в надежде зафиксировать лунное извержение! Конечно, такая «служба лунных вулканов» потребует немало терпения, но разве меньшее терпе-

ние демонстрируют открыватели новых комет? Открытие же новых действующих лунных вулканов, несомненно, оправдает любые усилия — ведь человечеству в обозримом будущем предстоит освоить соседний мир.

Надо заметить, что служба «временных явлений» на Луне функционировала, например, во время полета на Луну нескольких космических кораблей серии «Аполлон». Однако ни в этом, ни в других случаях подметить что-нибудь, аналогичное извержению центральной горки Альфонса, пока не удалось.

Возможными «кандидатами» в лунные вулканы могли бы оказаться, например, центральные горки кратеров Пурбах (диаметр 115 км) и Региомонтан (диаметр 126 км), расположенных южнее Арзахеля. Центральная горка Региомонтана имеет форму конуса с отверстием в верхней своей части. Это редкий случай конусообразного кратера, имеющего наверняка вулканическое происхождение.

К западу от Арзахеля и Пурбаха на поверхности Моря Облаков виднеется какая-то странная прямолинейная полоска. Это — знаменитая Прямая Стена, любопытное сбросовое образование на поверхности Луны. Забавно, что в прошлом веке некоторые из энтузиастов считали Прямую Стену искусственным сооружением, созданным селенитами (жителями Луны) для каких-то непонятных нам целей. Прямая Стена тянется более, чем на 100 км, а высота ее в некоторых местах близка к 300 м. Космонавту, высадившемуся вблизи ее середины, Прямая Стена показалась бы образованием грандиозным — в обе стороны она уходила бы далеко за горизонт (рис. 96).

На южном берегу Моря Облаков видно другое тектоническое образование — борозда Гесиод, идущая в широтном направлении. По длине она не уступает Прямой Стене, но растрескивание лунной поверхности произошло здесь без заметного смещения уровней по разную сторону от линии разлома.

Поверхность Моря Облаков богата реликтовыми формами рельефа. Наряду с полуразрушенными и полузатопленными кратерами (например, Герике, Опельт, Кис), из затвердевшей, но когда-то огненно-жидкой поверхности моря выступают какие-то искривленные остатки валов и отдельные пики полностью погруженных в море гор.

Такой же любопытной мозаикой полуразрушенных древних форм лунного рельефа обладает и соседнее Море Познанное, где особо выделяются Рифейские горы. Этот асимметричный хребет связан не с побережьем моря, а с контуром небольшого, почти целиком потопленного древнего кратера.

Южнее Моря Облаков до самого южного полюса Луны простирается обширная горная страна. Наблюдатель теряется при виде множества кратеров, цирков самых разнообразных размеров, порой весьма причудливо переплетающихся друг с другом.

Стоит, однако, остановить внимание на огромных кратерах Лонгомонтан (диаметр 135 км), Магин (187 км) и, особенно, Клавий (диаметр 200 км). Последний представляет собою одну из самых крупных кольцевых лунных гор. Его дно и вал усеяны множеством кратеров самых разных размеров, что, впрочем, характерно, почти для всех крупных гор этой материковой части Луны.

Самый замечательный объект в здешней горной стране — кратер Тихо диаметром 82 км, глубиной 3700 м и максимальной



Рис. 96. Примерно такой увидят Прямую Стену космонавты, оказавшиеся вблизи нее.

высотой вала 2400 м. Он особенно хорошо виден в полнолуние (см. рис. 77).

По диаметру кратер Тихо вполне рядовой и он, вероятно, не заслуживал бы особого внимания, если бы не был отмечен совершенно уникальной системой светлых лучей, радиально расходящихся от этого кратера по огромной территории видимого с Земли полушария Луны. Вероятно, по этой причине один из астрономов назвал Тихо «столичным» кратером Луны.

От кратера Тихо отходит более ста светлых лучей. Они идут по дугам больших кругов, совершенно не считаясь с особенностями рельефа, как-будто какой-то исполинский маляр нанес на лунную поверхность эти белые лучи. Некоторые из них простираются в длину на тысячи километров и видны даже невооруженным глазом, особенно хорошо в полнолуние.

Любопытно, что самый яркий луч отходит к юго-юго-западу и уходит за край Луны в ее невидимое полушарие. Обратите

внимание: этот луч расположен эксцентрично, по касательной к валу кратера. Вокруг же кратера Тихо видна темная зона, и венец светлых лучей начинается лишь в 60 км от вала. Самый длинный луч, идущий от кратера Тихо на северо-северо-восток, пересекает весь центральный материк, продолжается по Морю Ясности и далее, в конце концов, образуя крайнюю восточную границу Озера Смерти и Моря Холода. Если удастся, проследите «ход» этого луча от кратера Тихо до Моря Холода — равного ему не найдется во всем лунном мире.

Как и остальные светлые лучи, этот «рекордсмен» среди них образован изверженным когда-то из кратера Тихо светлым мелкораздробленным веществом. Кроме того, его «светлота» вызвана множеством мелких кратеров, образовавшихся при ударе вулканических бомб о лунную поверхность.

Возможно, образование системы лучей и светлого ореола вокруг кратера Тихо было результатом какой-то грандиозной катастрофы «вселунного» масштаба, охватившей почти треть видимого полушария Луны. Характерно, что здесь, как и вокруг кратера Коперник, разный возраст отдельных лучей свидетельствует о повторных извержениях. Эта многократность выброса, разумеется, не вяжется с метеоритной гипотезой. Поэтому кратер Тихо с его системой лучей служит, пожалуй, самым наглядным доказательством весьма активного вулканизма, который когда-то, по-видимому, был свойствен не только Луне, но и Земле, а также другим планетам и лунам Солнечной системы.

## ПЕРЕД ПОЛНОЛУНИЕМ

За 2—3 дня до полнолуния начинают приоткрываться крайние западные районы Луны. По мере продвижения терминатора открываются все новые и новые пейзажи. Но видны они хорошо лишь вблизи терминатора и когда последний совпадет, наконец, с лимбом, Луна в целом для наблюдателя становится малоинтересной. Солнце светит «в лоб», тени в центральной части лунного диска пропадают или укорачиваются до минимума и видимость деталей заметно ухудшается. Однако в это время на краях Луны детали рельефа выглядят достаточно хорошо, чтобы рассмотреть главные достопримечательности этих районов Луны. А их здесь немало.

На самом краю лунного диска недалеко от южного полюса в полнолуние легко заметить неровности — горы Дерфеля. На полпути между южным и северным полюсом лимб Луны снова становится особенно неровным. Это горы Даламбера. И те и другие сравнительно высоки, хотя здесь нет таких вершин, какие встречаются среди гор Лейбница.

Когда по праву первооткрывателей исследователи Луны присваивали наименования отдельным лунным объектам, то не всегда они делали это достаточно обоснованно. Пример тому пять крошечных морей, расположенных на самом западном краю лунного диска. Все они были наименованы Ю. Францем, известным исследователем Луны начала текущего века. Но и по размерам, и по структуре эти образования представляют собой скорее дно кратеров, чем настоящие лунные моря.

Южнее гор Дерфеля найдите кратеры Шиккард, Варгентин и Ингирами. В районе гор Даламбера находятся Моря Весны и Лета, окруженные валами. В этом случае ясно, что перед нами дно полуразрушенных кратеров. Но Франц почему-то назвал эти объекты морями. Еще более неприметны Море Новое и Море Зимы.

Иногда на лунном диске можно встретить следы человеческих страстей, не всегда высоких. Основоположник номенклатуры лунных объектов Д. Риччоли, чтобы всячески унизить лично ненавистного ему Галилея, назвал именем великого итальянского ученого крошечный, еле различимый кратер диаметром 15 км (найдите его в северной части Океана Бурь). Зато для себя он не поскупился: на западном краю Луны вблизи лунного экватора бросается в глаза огромный кратер Риччоли (диаметр 158 км).

Кстати сказать, западный край Луны богат исполинскими кратерами. Таковы кратеры Байи*) (диаметр 200 км), Шиккард (197 км), Дарвин* (220 км), Гримальди (153 км), Пифагор

---

*) Кратеры, отмеченные звездочкой, см. в издании: Карта Луны.— М.: Наука, 1967.

(110 км). Особо следует обратить внимание на крупнейший кратер видимого полушария Луны О. Струве * — его диаметр равен 255 километрам. Вал этого исполинского кратера наполовину разрушен, дно очень темное, и потому кратер О. Струве можно, по-видимому, считать небольшим кратерным морем. То же самое



Рис. 97. Столовая гора Варгентин.

можно сказать и о кратерах Дарвин и Гримальди. Между прочим, дно Гримальди — самая темная часть лунной поверхности.

Хотя между кратером О. Струве и типичным кратерным Морем Кризисов разница в размерах значительна, на обратной стороне Луны есть немало кольцевых гор, заполняющих этот разрыв. Поэтому можно думать, что по крайней мере некоторые из лунных морей и лунные кольцевые горы — образования одной природы, отличающиеся не столько механизмом образования, сколько размерами.

Среди кратеров, близких к западному лимбу Луны, особенно примечателен кратер Варгентин (рис. 97), находящийся по соседству с кратером Шиккард. Это удивительное образование

представляет собой «столовую гору», то есть кратер, заполненный до уровня вала когда-то жидкой, а ныне затвердевшей лавой. Вал Варгентина почти круглый, верхняя поверхность кратера очень ровная и сам кратер напоминает исполинскую монету, прилипшую к Луне. Почему на Луне такие «заполненные» кратеры большая редкость, сказать трудно, но вряд ли можно отыскать другое, более наглядное доказательство когда-то бывших обильных излияний лунной лавы, чем этот «столовый» кратер Варгентин.

Море Влажности — типичное кратерное море, и по размерам и по строению напоминающее Море Кризисов. Оно обладает замечательной системой разломов, связанных, вероятно, с опусканием впадины моря. Речь идет о валах и трещинах, расположенных параллельно береговой линии, а иногда и на берегу (на границе с Морем Облаков). Степень сохранности этих разломов различна, что свидетельствует о длительном формировании впадины моря и многократном ее опускании.

По окраинам Моря Влажности видны полузатопленные кратеры Гиппал, Вителло, Доппельмайер. На северном берегу вдается в море крупный кратер Гассенди (диаметр 107 км). На его дне можно заметить нечто вроде валов — возможно, что эти «волны» застывшей лавы свидетельствуют о многократных извержениях центральной горки — вулкана.

Севернее Гассенди на берегу Океана Бурь расположен кратер Летрон (диаметр 102 км) с темным дном и частично разрушенным валом. Океан Бурь так же богат линиями разломов (валами и трещинами), как и соседнее Море Влажности. Но здесь они крупнее и длиннее — некоторые из них тянутся параллельно берегам на многие сотни километров к Заливу Росы и далее к северу по территории этого залива. Ряд валов явно связан с крупными кратерами (найдите по карте кратеры Марий, Кардан *, Рюмкер *), что вполне естественно, так как через разломы излияние лавы может произойти легче, чем в других местах. Лишь в исключительных случаях на морском валу мы не находим ни крупного, ни мелкого кратера.

В юго-восточном углу Океана Бурь можно различить один из самых крупных лунных разломов — трещину Сирсалий и ее продолжение — трещину Биргий. Начинается этот разлом на территории Океана Бурь, а затем вторгается в материковую область и тянется по ней почти на 250 км.

Восточный берег Океана Бурь образован обширным нагорьем, в южной части которого выделяется своим венцом светлых лучей уже знакомый нам кратер Кеплер (диаметр 32 км). И по пропорциям и по размерам этот кратер, как уже говорилось, похож на земные кальдеры. Хорошая сохранность самого кратера и венца светлых лучей вокруг него говорит о том, что эти образования молоды и извержения центральной горки Кеплера происходили в недавнем прошлом. Впрочем, не исключено, что

какие-то остатки былого активного вулканизма в этом районе Луны можно наблюдать и теперь. Во всяком случае северная оконечность нагорья, образующего восточный берег Океана Бурь, представляет собой, пожалуй, наиболее «молодой» и вулканически активный район Луны. Здесь в районе кратеров Аристарх и



Рис. 98. Кратеры Аристарх, Геродот и долина Шретера.

Геродот еще с 1650 года исследователи Луны отмечали какие-то странные изменения, не вяжущиеся с постоянством и неизменностью большинства остальных районов Луны.

По размерам Аристарх и Геродот кратеры-близнецы: их диаметры равны 36 км (рис. 98). Но Аристарх гораздо интереснее Геродота. Его дно — самая яркая часть лунной поверхности, и в этом отношении Аристарх является антиподом Гримальди. Вещество, которым покрыто дно Аристарха, способно под воз-

действием коротковолнового излучения Солнца люминесцировать (слабо светиться «холодным светом») даже в лунные ночи. Может быть, поэтому во время лунных затмений, заметив свечение дна Аристарха, некоторые астрономы принимали это свечение за извержение вулкана. Но даже ошибаясь, они были недалеки от истины — центральная горка Аристарха действительно и поныне от случая к случаю становится, по-видимому, действующим вулканом.

В начале 1963 г. Н. А. Козырев наблюдал слабое истечение газов из кратера Аристарх. В октябре того же года американские астрономы Барр и Гринакр изучали Долину Шретера — уникальный разлом на Луне длиной 170 км и шириной 10—12 км, находящийся чуть севернее Геродота и по форме напоминающий букву W. Расширенный конец этого разлома (он именуется также трещиной Геродота) называется Головой Кобры. Необычная извилистая форма Долины Шретера еще в прошлом веке заставила некоторых астрономов предположить, что здесь мы видим русло бывшей лунной реки — наивность, вызывающая сегодня лишь улыбку. Но Долина Шретера оказалась замечательной в другом отношении.

Упомянутые выше американские астрономы 29 октября 1963 г. неожиданно увидели яркое, по временам вспыхивающее, красновато-оранжевое пятно, примыкающее к Голове Кобры. Второе подобное пятно диаметром 2,5 км располагалось поперек Долины Шретера, а третье, самое большое пятно было замечено на внутреннем склоне вала Аристарха в его юго-западной части. Появились эти пятна в 18 ч 30 мин, а исчезли в 19 ч 50 мин. Месяц спустя (27 ноября 1963 г.) аналогичное пятно снова на короткое время появилось на валу Аристарха.

Если учесть, что многие наблюдатели неоднократно отмечали временное ухудшение видимости деталей на дне Аристарха, то вряд ли можно сомневаться, что американским ученым удалось наблюдать извержение лунных вулканов.

Кратер Аристарх — очень молодой, быть может, самый молодой из крупных лунных кратеров. Сравнительно недавно, фотографируя Луну в инфракрасных лучах во время лунных затмений, астрономы обнаружили, что ряд лунных кратеров гораздо горячее, чем окружающие их и сразу остывавшие при затмении части лунной поверхности. Разница температуры в отдельных случаях (кратер Тихо) достигала десятков градусов. К таким «горячим» кратерам относятся, в частности, все молодые кратеры, окруженные венцом светлых лучей (Тихо, Коперник, Кеплер, Прокл и другие). К «горячим точкам» на Луне принадлежит и Аристарх.

Еще в прошлом веке на светлом дне Аристарха были замечены слабые темные радиальные полосы, в последние два десятилетия подробно изученные английским астрономом П. Муром. Замечено, что к полудню эти полосы удлиняются, как щупальца

фантастического спрута, иногда даже выходят за границы кратера, а к концу лунного дня они укорачиваются и втягиваются к центральной горке. Подобные загадочные явления Мур обнаружил еще у двух десятков лунных кратеров.

Английский астроном склонен считать, что радиальные полосы представляют собой невидимые трещины в лунной поверхности, идущие от центральной горки — вулкана. С наступлением лунного дня температура повышается и из трещин выделяются какие-то газы, возможно, углекислота. Она-то и дает жизнь каким-то примитивным лунным растениям, которые располагаются вдоль трещин. К концу лунного дня выделение газов прекращается, и лунная растительность чахнет.

То, что из недр Луны иногда выделяются газы, после работ Н. А. Козырева считается бесспорным. Тот же Мур в 1950 г. внутри кратера Мессье А увидел блестящее белое облако, быстро рассеявшееся. Годом раньше его соотечественник Торнтон наблюдал клуб беловатого пара в Долине Шретера. Но если есть пары воды, то почему бы и не быть жизни?

Не будем, однако, спешить с выводами. Гипотеза, защищаемая Муром, хотя и соблазнительна, но далеко не бесспорна и во всяком случае нуждается в тщательной и всесторонней проверке.

Прежде астрономы в вопросе об обитаемости Луны были менее щепетильны. Мы уже упоминали о загадочных темных пятнах на дне Платона, Эратосфена и других кратеров (есть они, кстати сказать, и на дне Шиккарда). С изменением условий освещения, то есть в течение лунного дня эти пятна кажутся медленно перемещающимися. Известный американский астроном В. Пиккеринг в 1894 г. предположил, что загадочные «движущиеся» пятна есть... скопища лунных насекомых, ищущих себе удобное пристанище. Эта странная гипотеза, правда, не встретила поддержки, и позже Пиккеринг склонился к мнению, что изменчивые пятна на дне некоторых лунных кратеров — скудная лунная растительность. Заметим, однако, еще раз, что по современным данным в исключительно суровом лунном мире существование растительности вряд ли возможно, хотя окончательно этот вопрос будет решен лишь в ходе дальнейших исследований Луны.

Мы закончим общее знакомство с видимым полушарием Луны указанием на маленький кратер Груйтуйзен *, находящийся в проливе, который соединяет Океан Бурь с Морем Дождей. Сам по себе этот кратер ничем не замечателен — его диаметр равен всего 17 км. Но он носит имя одного из исследователей Луны, отличившегося в прошлом веке курьезными сообщениями, что в разных местах лунного диска ему удалось наблюдать искусственные сооружения селенитов!

Прошло менее века, и на Луне на самом деле появились искусственные предметы, правда, созданные не селенитами, а обитателями Земли.

# СЛЕДЫ ЧЕЛОВЕКА В СОСЕДНЕМ МИРЕ

Это очень интересная задача — отыскать на поверхности Луны те места, где человек сам или посредством автоматов приступил к непосредственному изучению соседнего мира. Данные, полученные из районов посадок, позволяют судить не только о природе Луны в целом, но и о характере местности, подвергшейся исследованию. А тогда и сама эта местность смотрится по-иному.

Впервые человек «прикоснулся» к Луне 14 сентября 1959 г. В этот день советская автоматическая межпланетная станция (АМС) «Луна-2» достигла поверхности Луны в районе кратеров Архимед, Аристилл и Автолик. Посадка была «жесткой» — и сама станция, и ее ракета-носитель упали на лунную поверхность. Но хотя никаких средств амортизации при этом не применялось, можно думать, что вымпелы с изображениями герба Советского Союза остались в целости и, быть может, когда-нибудь в будущем, космонавты, посетив этот район Луны, найдут следы первого достижения космического тела земным летательным аппаратом.

Место посадки «Луны-2» находится примерно в 20 км к юго-западу от кратера Автолик. Здесь вокруг видны сильно разрушенные и частично погребенные формы рельефа. Если бы мы оказались здесь, то ни Автолика, ни тем более Архимеда или Апеннин мы бы не увидели. Кругом простиралась бы в целом ровная, темноватая поверхность Моря Дождей.

Мы не собираемся здесь даже кратко излагать хронологию изучения Луны средствами космонавтики. Отметим лишь наиболее важные и интересные события, свидетелями которых мы были за последние 15 лет.

На аппаратах «Луна» (с номера 4 по номер 8) отрабатывались системы управления полетом к Луне и на Луну, а главное, устройство, обеспечивающее мягкую посадку на лунную поверхность. Такую посадку впервые в мире осуществила «Луна-9», мягко опустившаяся 3 февраля 1966 г. на поверхность Океана Бурь, примерно в 40 км к северо-востоку от кратера Кавальери (диаметр 60 км). Телевизионная система станции «Луна-9» передала три панорамы лунного ландшафта при разной высоте Солнца над лунным горизонтом. Впервые проводилась телепередача с Луны и, помнится, как непривычно было увидеть на экране земных телевизоров угрюмый лунный ландшафт. Впервые человек увидел лунную поверхность так, как если бы он сам стоял на этой поверхности. Кстати сказать, экспериментальные посадки «Луны-7» и «Луны-8» также были проведены на поверхность Океана Бурь, причем «Луна-8» оказалась совсем близко от кратера Галилей, уже упомянутого нами в предыдущей главе.

«Луна-13» — вторая советская АМС, 24 декабря 1966 г. мягко опустившаяся на лунную поверхность. Она была более совершенной, чем ее предшественница, и на телеизображениях, пере-

данных «Луной-13», земные зрители снова увидели лунные камни, в изобилии встречающиеся повсюду на Луне. Это, разумеется, не метеориты, а небольшие вулканические бомбы или просто осколки лунных скал, раздробленных при извержениях или при ударах метеоритов.

В районе посадки «Луны-13» обратите внимание на кратер Селевк (диаметр 44 км) с ровным темным дном и очень длинный

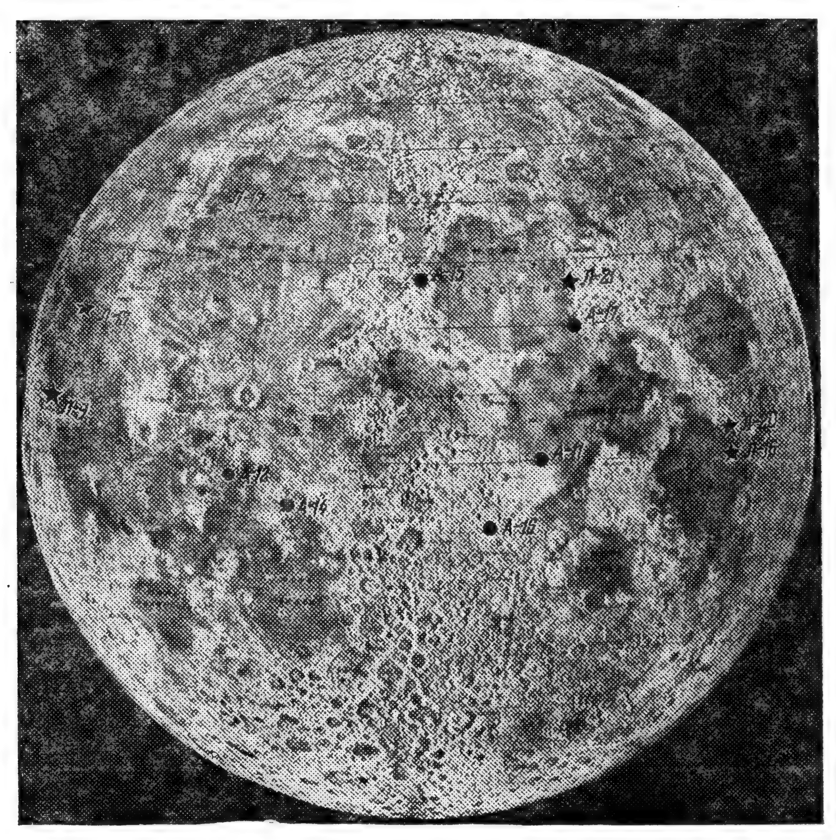



Рис. 99. Места посадки АМС «Луна» (Л) и кораблей «Аполлон» (А).

вал, который начинается у кратера Кардан (диаметр 26 км), проходит через Селевк и уходит далеко на север в сторону Залива Росы. Этот вал — один из самых длинных на Луне.

«Луна-16» удивила человечество. Это была первая АМС, успешно выполнившая очень сложные задачи. Стартовав с Земли 12 сентября 1970 г., она 20 сентября совершила мягкую посадку в районе Моря Изобилия (рис. 99), произвела бурение грунта, забрала образцы лунной породы в герметический контейнер, а за-

тем стартовала с Луны и 24 сентября мягко опустилась на земную поверхность. Впервые в истории человечества автомат слетал на Луну и обратно, доставив в земные лаборатории образцы лунного грунта, то есть успешно выполнил такую же задачу, как и американские космонавты в предыдущем 1969 г. Это выдающееся достижение советской космонавтики доказало, что автоматы в решении многих задач могут успешно конкурировать с космонавтами, а кое в чем и превосходить их (относительная дешевизна эксперимента, отсутствие проблем, связанных с невесомостью, перегрузкой, радиационной опасностью и др.).

Место посадки «Луны-16» находится вблизи небольшого кратера Уэбб * (диаметр 25 км) и рядом с небольшим валом, пересекающим Море Изобилия. Когда будете рассматривать эту местность в телескоп, обратите внимание на группу из четырех кратеров с причудливо переплетающимися валами. Здесь кругом много мелких кратеров, а по соседству с местом посадки «Луны-16» виднеются два крошечных лунных Моря — Пены и Волн. Оба они, повторяем, по существу, представляют собой дно двух лунных кратеров и названы «морями» Ю. Францем по недоразумению.

Американские АМС «Рейнджер» («Скиталец») использовались для фотографирования Луны, так сказать, «на подлете». За 20 минут до удара о лунную поверхность по команде с Земли включались телевизионные камеры, которые снимали Луну с близкого расстояния. При ударе о поверхность Луны «Рейнджеры» разбивались и на этом фотосеанс прекращался.

Первые два запуска были испытательными, следующие четыре неудачными и лишь «Рейнджер-7» 28 июля 1964 г. достиг поверхности Луны в районе Моря Облаков и передал на Землю телевизионные изображения лунной поверхности. На этих изображениях было зафиксировано множество мельчайших кратеров. Был сделан вывод, что «кратерность» — самая характерная особенность лунного рельефа, причем если крупные кратеры и имеют вулканическое происхождение, то мелкие и мельчайшие кратеры образовались при падении на Луну метеоритов или вулканических бомб, выброшенных лунными вулканами.

«Рейнджер-7» успел передать на Землю 4308 изображений лунной поверхности. Это было крупным научным достижением, и по инициативе американцев Международный астрономический союз ту часть Моря Облаков, где совершил жесткую посадку «Рейнджер-7», наименовал Морем Познанным.

«Рейнджер-8» передал 7137 изображений поверхности Моря Спокойствия, а «Рейнджер-9» упал внутрь знаменитого кратера Альфонс (это было 17 февраля 1965 г.) и передал 5814 изображений дна этого вулканически активного кратера.

В отличие от «Рейнджеров», американские космические аппараты (КА) «Сервейер» («Обозреватель») предназначались для мягкой посадки на поверхность Луны. Такая посадка была впервые

осуществлена аппаратом «Сервейер-1» 30 мая 1966 г. в Океане Бурь вблизи небольшого кратера Флемстид (диаметр 19 км). В районе посадки интересна система разветвляющихся валов, покрывающих океанское дно. «Сервейер-1» передал на Землю 11 237 изображений окружающей местности при разных условиях освещения.

«Сервейер-3» 7 апреля 1967 г. опустился также на территорию Океана Бурь вблизи кратера Ландсберг (диаметр 40 км) и недалеко от того места, где совершила экспериментальную посадку «Луна-5». Станция «Сервейер-3» имела специальное механическое устройство с ковшом, который прорыл борозду глубиной до 20 см. Эти действия автоматического «лунокопа» фиксировались телевизионными устройствами и по их результатам судили о механических свойствах лунного грунта. К югу от кратера Ландсберг находятся уже знакомые нам Рифейские горы и крошечный горный хребет Урал, не имеющий ничего общего с земным Уралом.

Состав лунного грунта с помощью специального анализатора, передававшего информацию на Землю, определил КА «Сервейер-5», мягко севший на лунную поверхность 8 сентября 1967 г. Место посадки — Море Спокойствия, недалеко от кратера Сабин (диаметр 30 км). Аналогичные задачи выполнили КА «Сервейер-6», опустившийся 7 ноября 1967 г. на поверхность Центрального Залива, и «Сервейер-7», исследовавший 7 января 1968 г. лунный грунт вблизи кратера Тихо.

В 1969 г. произошло эпохальное событие — человек впервые ступил на поверхность космического тела. Случилось это 21 июля, когда командир американского лунного корабля «Аполлон-11» Н. Армстронг вышел на первую прогулку по Луне (рис. 100). Позже к нему присоединился и второй космонавт Э. Олдрин. В каком месте Луны работали эти первые посетители соседнего мира? Они высадились в юго-западном углу Моря Спокойствия, между кратером Сабин и Маскелайн (диаметр 24 км), поближе к первому и совсем близко от места посадки КА «Сервейер-5». Это место американские космонавты назвали Базой Спокойствия. Армстронг и Олдрин исследовали лунный грунт, взяли с собой на Землю его образцы, разместили на Луне ряд приборов и 24 июля вместе с оставшимся в основном отсеке корабля на окололунной орбите М. Коллинзом благополучно вернулись на Землю. После этого американские космонавты еще пять раз высаживались на Луну, причем последний полет, завершающий программу «Аполлон», состоялся в декабре 1972 г.

На рис. 99 показаны места «прилунения» американских лунных экспедиций. Кроме того, приводим таблицу, по которой читатель сможет на карте отыскать места посадки кораблей «Аполлон» и рассмотреть окрестности этих мест.

Некоторые предварительные научные итоги программы «Аполлон» таковы. Образцы, доставленные с Луны, имеют воз-

раст от 3,1 до 4,2 млрд. лет. Это означает, что возраст Луны сравним с возрастом Земли и составляет примерно 4,6 млрд. лет. Лунная кора простирается вглубь примерно на 60 км, а под ней, до глубины 990 км располагается мантия. Диаметр лунного ядра близок к 1500 км. Никаких следов атмосферы и жизни на Луне

| Название аппарата | Дата прилунения | Район посадки | Селенографические координаты |
|---|---|---|---|
| Аполлон-11 | 20 июля 1969 г. | Море Спокойствия, к западу от кратера Сабин | β=0°,7 с. ш.<br>λ=23°,5 з. д. |
| Аполлон-12 | 19 ноября 1969 г. | Океан Бурь, к юго-западу от кратера Ландсберг | β=3°,2 ю. ш.<br>λ=23°,4 в. д. |
| Аполлон-14 | 5 февраля 1971 г. | К северу от кратера Фра Мауро | β=3°,7 ю. ш.<br>λ=17°,5 в. д. |
| Аполлон-15 | 30 июля 1971 г. | К западу от борозды Хэдли | β=26°,1 с. ш.<br>λ=3°,6 з. д. |
| Аполлон-16 | 21 апреля 1972 г. | К северу от кратера Декарт | β=9°,0 ю. ш.<br>λ=15°,5 з. д. |
| Аполлон-17 | 11 декабря 1972 г. | К юго-востоку от кратера Литтров | β=20° с. ш.<br>λ=30°,7 з. д. |

пока не обнаружено. Программа «Аполлон», на которую было затрачено 25 млрд. долларов, завершена.

Принципиально новый шаг в изучении Луны был сделан советскими учеными в 1970 г. 17 ноября того года АМС «Луна-17» доставила на поверхность Моря Дождей самоходный автоматический аппарат, управляемый с Земли — первый луноход. В отличие от ранее посылавшихся на Луну аппаратов, «Луноход-1», весом 765 кг (на Земле!), был способен перемещаться по лунной поверхности, маневрируя по желанию земного «водителя». Разнообразная аппаратура, которой обильно был снабжен «Луноход-1», передавала научную информацию о местности, по которой перемещался луноход, свойствах лунного грунта, солнечном излучении и вообще о физической обстановке в лунном мире. В октябре 1971 г., после 10-месячной работы «Луноход-1» завершил программу исследований, изучив грунт и рельеф на площади 8000 кв. м. Он передал на Землю 200 панорам и более 20 000 изображений лунных пейзажей. В 500 точках трассы «Луноход-1» определил механические свойства лунного грунта, а в 25 точках провел его химический анализ. Где все это происходило?

Найдите Залив Радуги в Море Дождей и Мыс Гераклид*. Примерно в 90 км к юго-востоку от этого мыса, на ровной поверхности Моря Дождей и странствовал наш первый луноход (рис. 101).

14 февраля 1972 г. «Луна-20» повторила операцию, которую впервые выполнила «Луна-16». Она доставила на Землю образцы

лунного грунта, причем взяла этот грунт из труднодоступного района Луны (восточный гористый берег Моря Изобилия, вблизи кратера Аполлоний, диаметром 44 км)

16 января 1973 г. АМС «Луна-21» мягко посадила на Луну «Луноход-2». Место посадки найти по карте очень легко — это



Рис. 100. Первая прогулка по Луне.

внутренность древнего, полуразрушенного кратера Лемонье* (диаметр 55 км), расположенного на западной окраине Моря Ясности. Севернее этого кратера находится кратер Посидоний с двойным валом, южнее — двойной кратер Литтров.

В мае 1973 г. программа работы «Лунохода-2» была полностью выполнена. Удалось подробно изучить рельеф дна кратера Лемонье, выявив при этом такие подробности, которые недоступны для наблюдения ни в один телескоп. В частности, ис-

следован тектонический разлом — так называемая Прямая борозда длиной 15—16 километров и глубиной от 40 до 80 метров. Установлен в этом районе выход коренных скальных пород мощностью в несколько десятков метров. Проведен химический анализ грунта в нескольких точках трассы.

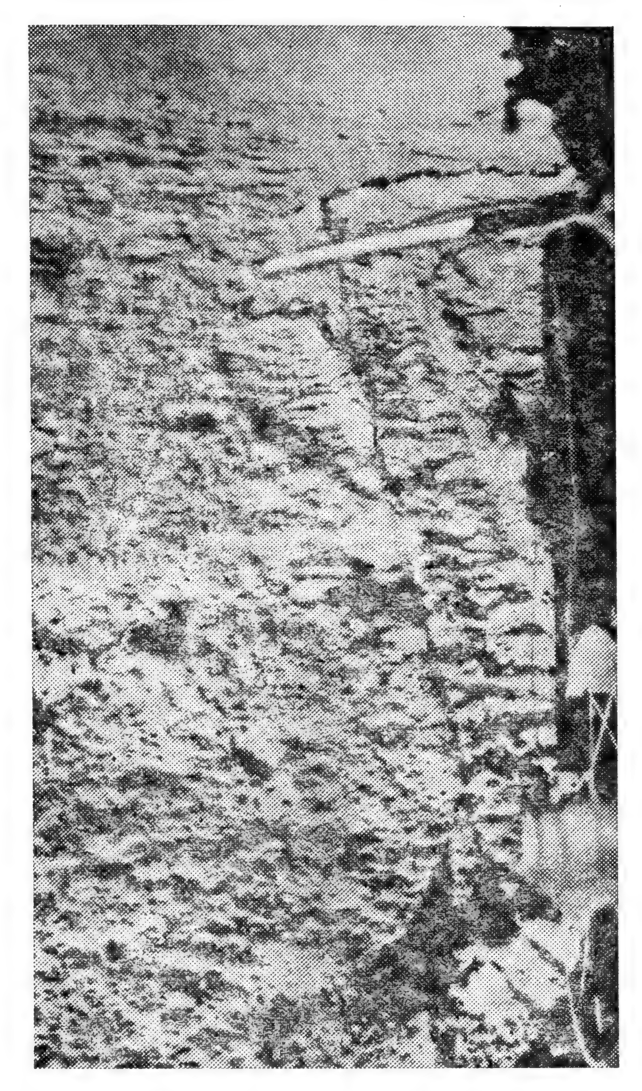


Рис. 101. Следы «Лунохода-1» на лунной поверхности.

Общий результат анализа проб и образцов лунного грунта подтвердил то, что и следовало ожидать. Возраст поверхностных

лунных пород заключен в пределах от 3,13 до 4,4 миллиарда лет. На ранней стадии своего развития Луна была почти полностью расплавлена, что привело к тому распределению веществ в ней, о котором говорилось выше.

Химический состав лунных пород несколько отличается от состава земных пород. По относительному содержанию химических элементов в них больше титана, скандия и циркония, но меньше свинца, ртути, хлора и брома. Такие ценные в земной практике металлы, как платина, золото и серебро, на Луне присутствуют в незначительных количествах. Никаких следов жизни ни в настоящем, ни в прошлом на Луне не найдено. Так как содержание углерода в лунных образцах оказалось очень низким, логично сделать вывод, что Луна никогда не была носителем жизни.

Астрофотометр, установленный на «Луноходе-2», зафиксировал относительно яркий фон ночного неба Луны. Возможно, этот свет вызван пылевыми облаками, окружающими Луну и рассеивающими свет Солнца и Земли. За время работы «Луноход-2» проехал по лунной поверхности 37 километров.

Исследование Луны с помощью автоматов будет, конечно, продолжено, и со временем на Луне появятся новые следы человеческой деятельности. Но автоматы лишь проложат путь для будущих лунных экспедиций — ведь дальнейшее освоение Луны возможно лишь при тесном содружестве космонавтов и автоматов.

# НЕВИДИМОЕ ПОЛУШАРИЕ ЛУНЫ

В литературе о Луне, написанной в прошлом веке, нередко можно встретить горестное утверждение, что обратную сторону Луны человек никогда не увидит. Нашим прадедам и в голову не приходило, что век спустя человек высадится на Луне, а до этого созданные им автоматы сфотографируют невидимое лунное полушарие и «вечная» тайна окажется раскрытой. Таинственное рождало фантазии: выдвигались ничем, конечно, не обоснованные гипотезы о существовании жизни на обратной стороне Луны

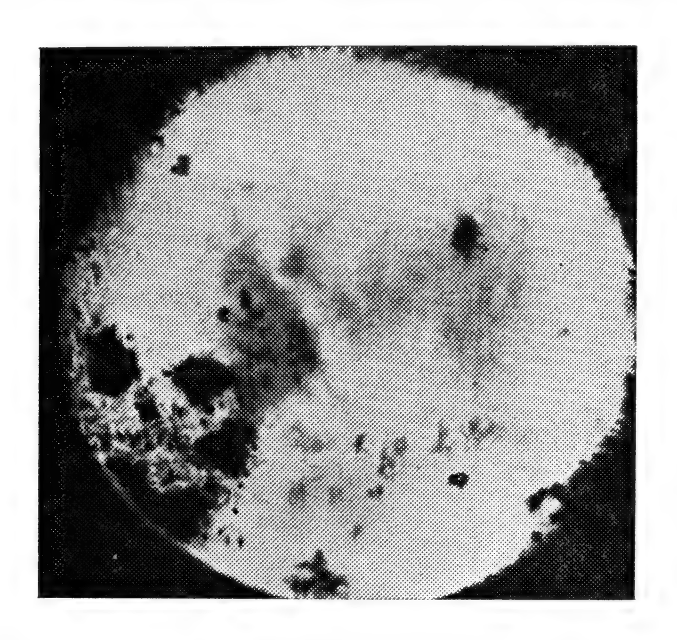


Рис. 102. Первая фотография обратной стороны Луны, полученная советской автоматической станцией «Луна-3».

и даже о цветущих лунных городах, которые построили там селениты. Космонавтика, увы, не оправдала этих надежд. Невидимое с Земли лунное полушарие оказалось таким же мертвым, как и то, которое обращено к нам. Но интересного там обнаружено немало.

7 октября 1959 года АМС «Луна-3» впервые совершила облет Луны, сфотографировала большую часть ее невидимого полушария и передала на Землю полученные снимки (рис. 102). На этих фотографиях удалось различить более 500 деталей, преимущественно кратеров.

20 июля 1965 г. советская АМС «Зонд-3» продолжила фотографирование обратной стороны Луны.

Новые 25 снимков дополнили прежние фотографии, открыв земным исследователям почти все невидимое полушарие, за исключением очень небольшого района вблизи южного полюса Луны. Позже обратную сторону Луны фотографировали советские и американские космические автоматы. Благодаря этим экспериментам удалось составить полную карту почти всей поверхности Луны (Куликовский П. Г., Приложение I). В дальнейшем мы предполагаем, что читатель имеет перед собой такую карту.

История наименований тех деталей, которые открыты на обратной стороне Луны, еще не завершена. Очень многим, подчас весьма крупным объектам пока не дано никаких названий. Предлагаемая номенклатура становится узаконенной лишь после утверждения ее Международным астрономическим союзом — ведь речь идет об увековечении имен лучших представителей человечества.

Вряд ли кто-нибудь из читателей этой книги увидит обратную сторону Луны «в натуре» (если только не совершит облета Луны). Но и знакомство с невидимым полушарием Луны по карте представляет большой интерес. Оно помогает понять некоторые глобальные свойства Луны как космического тела. Любопытно, в частности, увидеть на полной карте Луны истинный облик тех краевых зон видимого ее полушария, который вследствие неудачной для наблюдателя проекции кажутся нам сильно искаженными. Ранее, в разделе о звездах мы познакомили читателя с созвездиями южных стран, вовсе не рассчитывая, что он непременно совершит путешествие в южное полушарие Земли. Надеемся, что и прогулка по карте невидимого полушария Луны покажется читателю достаточно интересной и поучительной.

Главная особенность обратной стороны Луны — ее материковый характер (рис. 103). Если на обращенном к нам лунном полушарии моря составляют примерно 40% его территории, то на обратной стороне Луны на долю морей приходится менее 10%. Собственно, если не считать краевых зон, то там, на невидимом полушарии Луны, есть всего два довольно скромных по размерам моря — Море Москвы и Море Мечты.

Первое из них — типичное кратерное море — и по размерам и по форме напоминает Море Кризисов. Его дно покрыто застывшими, темными лавовыми излияниями. Есть, однако, и существенное различие между этими морями. Море Кризисов имеет единственный крутой берег, напоминающий вал исполинского кратера. У Моря Москвы — двойной берег, или, точнее, внутри внешнего, высокого и крутого вала, окаймляющего это море, концентрично расположен второй вал, на котором видны несколько кратеров. В этом отношении Море Москвы похоже на некоторые кратеры с двойными валами видимого полушария Луны.

Море Мечты напоминает малые моря на краю видимого лунного диска (например, Море Смита). Собственно, территория этого моря представляет собой темное дно нескольких расположенных рядом кратеров, и выделение этого участка в отдельное «море» несколько условно.

Краевые моря, видимые с Земли лишь частично, предстают на полной карте Луны в истинном своем виде. Море Гумбольдта

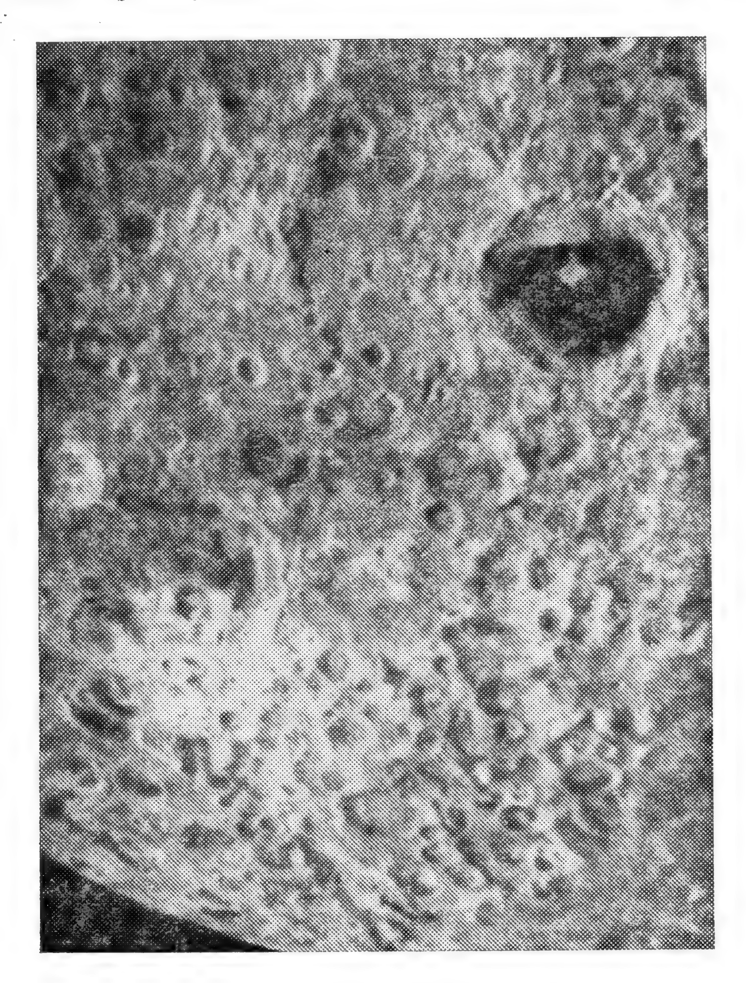


Рис. 103. Типичный рельеф обратной стороны Луны.

и Море Смита представляют собой округлые образования, напоминающие небольшие кратерные моря. Море Краевое — вытянутое и очень темное. Но это типичное, хотя и небольшое лунное море со сравнительно ровным дном. Наоборот, дно Моря Южного

сплошь покрыто крупными кратерами, и если бы не темная окраска этого района Луны, мы бы считали эту местность типичным лунным материком.

Очень интересно Море Восточное (рис. 104). По существу, это темное дно исполинского кратера, но по размерам оно должно быть отнесено к кратерным морям типа Моря Кризисов и

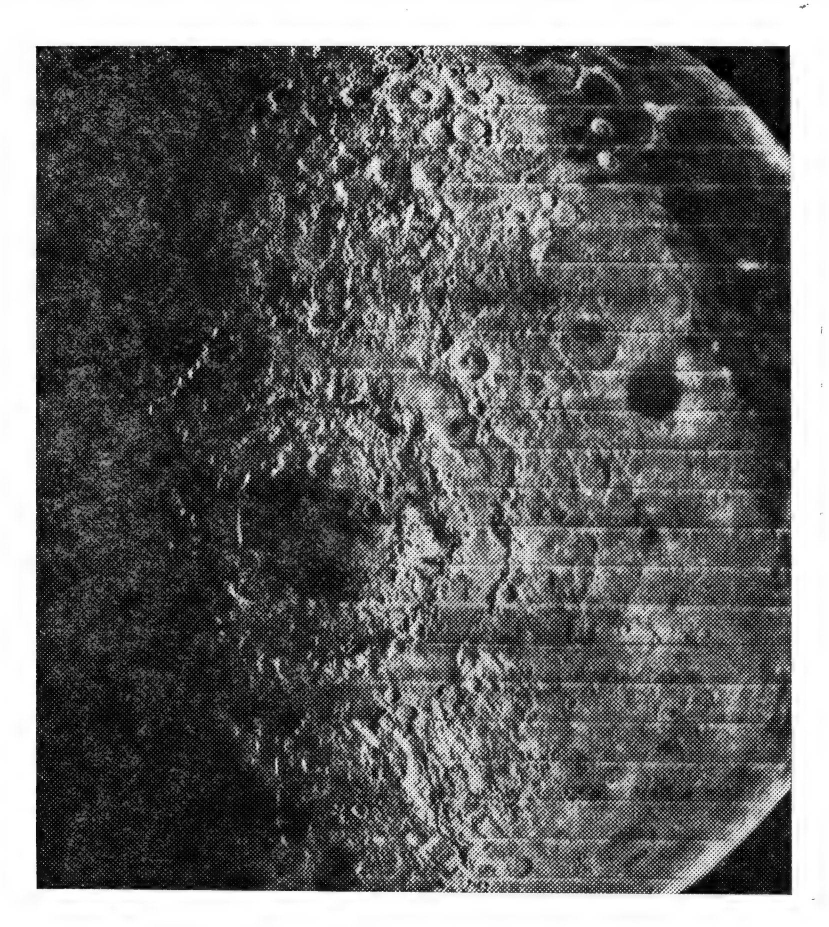


Рис. 104. Море Восточное и его окрестности.

Моря Москвы. За крутым берегом Моря Восточного, напоминающим вал кратера, концентрично расположены еще три вала с очень сложным строением. Внешне Море Восточное напоминает огромную кальдеру, но поперечник этой кальдеры (около 800 км) не идет ни в какое сравнение с поперечниками земных кальдер.

Море Весны оказалось попросту темным участком суши между берегом Моря Восточного и его самым внешним окайм-

ляющим валом. Совершенно незаметными на полной карте Луны темными участками суши оказалось не только Море Незаметное, ныне убранное с лунных карт, но и другие подобные «моря», напрасно введенные в селенографию Ю. Францем.

Великое множество кратеров, огромных и малых, причудливо пересекающихся друг с другом, порой образующих цепочки длиной в сотни километров — вот, что поражает всякого, рассматривающего невидимую с Земли сторону Луны.

На обращенном к нам лунном полушарии подобным рельефом обладает материковая часть южной части диска. Но на обратной стороне Луны эта тотальная «кратерность» выражена еще сильнее и многообразнее. Снова убеждаешься, что кольцевые горы всевозможных размеров — основная, доминирующая форма лунного рельефа. По причинам, пока еще не ясным, на обращенном к Земле полушарии Луны когда-то происходили обильные излияния лавы. Не будь их, видимая часть Луны по типу рельефа была бы почти совершенно неотличима от невидимого ее полушария.

На обратной стороне Луны ярко выраженных горных хребтов (типа, например, лунных Апеннин) нет. Но в окрестностях Моря Восточного можно рассмотреть множество линейных форм рельефа — широких долин и окаймляющих их хребтов. Если высокие берега Моря Дождей мы считаем горными хребтами, то такими же хребтами, правда, пока никак не наименованными, являются валы, окаймляющие Море Восточное. То же можно сказать и о берегах Моря Москвы.

Оба эти Моря, несомненно, вулканического происхождения — невероятно, чтобы в одну и ту же точку лунной поверхности упали четыре исполинских метеорита, последовательно образовав четыре концентрических вала. По существу, и Море Восточное и Море Москвы — исполинские «сверхкальдеры», морфологически подобные земным образованиям такого рода. Разница же в масштабах вызвана, по-видимому, двумя причинами: малой силой тяжести на Луне и большей (в сравнении с Землей) мощностью вулканических процессов.

На обратной стороне Луны можно заметить еще три образования, подобные Морю Восточному и находящиеся сравнительно близко от него. Это прежде всего кратер Герцшпрунг, имеющий два концентрических вала, причем на внешнем из них расположены три крупных кратера (братья Вавиловы и Майкельсон) и множество мелких. Поперечник внешнего вала близок к 600 км, то есть сравним с поперечником Моря Москвы и Моря Кризисов. Если бы дно Герцшпрунга было темным, это образование, вероятно, было бы названо морем.

С кратером Герцшпрунг и по размерам, и по строению сходны кратеры Королев и Аполлон. Но самый крупный кратер на Луне это Биркхофф, по размерам примерно равный Морю Кризисов. В сравнении с ним кратер Коперник выглядит карликом —

на борту Биркхоффа есть паразитный кратер Карно, в несколько раз больший, чем Коперник.

В восточной половине полной карты Луны под Морем Москвы выделяется своим темным дном огромный кратер Менделеев. По существу, это кратерное море, и по форме и по размерам напоминающее Море Смита. Но мы уже не раз убеждались в произволе селенографов, и этот случай — лишь один из многих.

В северной части полной карты, правее Моря Гумбольдта, видны три огромных и типичных кратера с центральными горками и очень хорошо сохранившиеся. Два из них наименованы (Комптон и Фабри), третий пока остался (как и большинство кратеров на обратной стороне Луны) безымянным. Левее этой тройки кратеров виден не уступающий им по размерам кратер Гаусс, который можно увидеть сильно искаженным проекцией на восточном краю обращенного к нам полушария Луны.

Севернее Моря Москвы выделяются размерами еще два крупных кратера — Кемпбелл и Даламбер, а южнее видны еще бо́льшие по размерам кратеры Планк и Пуанкаре, причем последний по своему строению (два концентрических вала) напоминает кратеры Королев и Герцшпрунг.

Любопытно, что одна подобная «сверхкальдера» есть и на обращенной к нам стороне Луны. Находится она в районе южного полюса, видна в боковой проекции очень плохо и потому не имеет пока наименования. Зато на ее краю находится паразитный кратер Шиллер (диаметр 170 км) вполне доступный для наблюдения. Знакомый нам кратер Клавий может служить примером тех огромных кратеров, которыми обильно невидимое полушарие Луны. Южнее кратера Менделеев выделяется своим темным дном и ярким двойным валом кратер Циолковский, втрое по поперечнику превосходящий кратер Коперник. Восточнее его виден огромный кратер Гагарин, имеющий несколько меньших кратеров на своем темном дне. Таким же темным дном обладает безымянный кратер, расположенный к юго-востоку от Моря Мечты, вал которого пересекает соседний кратер Лейбниц.

В западной части карты привлекает внимание темное пятно на дне кратера Аполлон и расположенное под этим кратером маленькое, пока никак не названное лунное море.

Северная полярная область представляет собой сложнейшую мозаику множества взаимно переплетающихся кратеров. Зато в южной околополярной области, где белое пятно означает еще не заснятую часть лунной поверхности, выделяются две «сверхкальдеры», одна из которых названа кратером Клейменов, а вторая пока безымянна, а также крупные кратеры Пойнтинг, Фон Цейпель и Карно.

На невидимом полушарии Луны можно отыскать и борозды, и трещины, и светлые лучи, радиально расходящиеся от некоторых кратеров. В западной части карты венцом светлых лучей



Рис. 105. Трещина Гигин (вверху) на видимом полушарии Луны и одна из лунных борозд (внизу), сфотографированная на обратной стороне Луны.

обладает кратер Ом, сравнимый по размерам с Коперником. В восточной части карты светлые лучи заметны у двух безымянных небольших кратеров. Линиями разломов особенно богаты окрестности Моря Восточного, но на оригинальных снимках обратной стороны Луны их можно заметить почти повсеместно. Хорошо, если читатель самостоятельно продолжит путешествие по карте обратной стороны Луны и внимательно рассмотрит все ее детали — он встретит здесь немало интересного. То, что на этом полушарии кратеры в общем гораздо крупнее и многочисленнее, чем на видимой стороне Луны, свидетельствует, повторяем, об «асимметрии» вулканических процессов на Луне.

Трудно сказать, чем вызвана эта асимметрия. Единственное, чем в астрономическом смысле отличается видимое полушарие Луны от невидимого, заключается в том, что на обратной стороне Луны никогда не бывает солнечных затмений. Известно, что на видимом полушарии Луны во время лунных затмений (они же солнечные для лунного наблюдателя) по мере продвижения земной тени резко меняется температура лунной поверхности. Но играло ли это какую-либо роль в формировании внешнего облика обоих, столь различных полушарий Луны, сказать трудно.

Луна — мир, во многом пока для нас непонятный. Это загадочное космическое тело лишь начинает приоткрывать свои тайны. Мы до сих пор не знаем толком, как произошла Луна — сконденсировалась ли около Земли из газово-пылевого облака, или пришла к нам из других частей Солнечной системы. Не менее туманна и геологическая история Луны.

Несомненно, что внутренние силы (и это подтверждает карта обратного полушария Луны) играли главную роль в формировании лунного рельефа (рис. 97). На современных картах Луны, составленных геологами, видны следы поднятий и опусканий, разломов лунной коры и излияний лавы из лунных недр,— короче, следы активной вулканической и тектонической жизни нашего естественного спутника *). Но увязать все эти, пока еще далеко не полные данные, в единую стройную эволюционную схему удастся лишь в будущем. И здесь помогут не только астрономические, но и в гораздо большей степени космонавтические методы исследования. Нам, землянам, собирающимся осваивать Луну, придется во всех подробностях познать и ее сегодняшнее состояние, и ее прошлое.

---

*) См., например, в кн.: Вулканизм и тектоника Луны.— М.: Наука, 1974.

# ОТ СОЗЕРЦАНИЯ К ИССЛЕДОВАНИЮ

Тем, кто заинтересовался миром Луны, можно рекомендовать подробно изучить ее топографию. Для начала надо выбрать какой-нибудь небольшой, но интересный район Луны (например, кратер Коперник и его окрестности) и подробно рассмотреть мелкие и мельчайшие детали этого района при разных условиях освещения. Стоит попытаться зарисовать их, а затем осмыслить то, что стало доступным наблюдению. Под осмысливанием автор понимает геологическое (или, точнее, селенологическое) объяснение каждой детали, классификация ее по типу известных образований (трещина, кратер, вал и т. п.), выяснение относительного возраста и происхождения данной детали, а также ее связи с окружающим рельефом. В монографии А. В. Хабакова «Об основных вопросах истории развития поверхности Луны» (М., 1949 г.) читатель найдет подробное описание многих местностей на Луне. К сожалению, книга А. В. Хабакова уже стала библиографической редкостью, но, кроме нее, можно рекомендовать тем, кто решил глубоко познакомиться с современной селенологией, еще два сборника: «Проблемы геологии Луны» (М.: Наука, 1969); «Современные представления о Луне» (М.: Наука, 1972). В этих сборниках очень подробно описаны многие районы Луны, даны их снимки и карты, позволяющие изучить лунную поверхность весьма досконально.

Особенно ценен для детального изучения лунного рельефа сборник «Вулканизм и тектоника Луны» (М.: Наука, 1974), отлично иллюстрированный фотографиями и картами. Следует, однако, иметь в виду, что не во всем выводы авторов сборника бесспорны. Лунная геология или, точнее, селенология переживает период первоначального становления и ряд положений, кажущихся современным селенологам бесспорными, будет, возможно, в дальнейшем пересмотрен. Но как очень подробное руководство по селенографии, рекомендуемый сборник, безусловно, сохранит свое значение.

Селенографическое изучение Луны, каким бы оно увлекательным ни было, представляет собой, в сущности, созерцание, а не исследование. Вы знакомитесь с научной работой других, но сами в изучение Луны не вносите ничего нового. Может быть, научные исследования Луны с теми скромными средствами, которыми обладает любитель астрономии, и вовсе невозможны?

Разумеется, соперничать с мощными современными телескопами и космонавтическими средствами в исследовании Луны невозможно. Но есть проблемы, в решении которых терпеливый и настойчивый любитель астрономии может внести свою лепту. Речь идет о наблюдениях изменений окраски и яркости отдельных деталей на Луне. В большинстве случаев эти изменения вызваны различием в освещении при разных фазах Луны. Но

бывают, как уже говорилось, реальные изменения, связанные, по-видимому, с какими-то вулканическими процессами на Луне.

Имеет смысл установить регулярное «патрулирование» всех молодых кратеров, а также тех кратеров (типа Платона), на дне которых издавна наблюдаются помутнение деталей, загадочные пятна, их перемещение, выделение «пара». К числу таких «непостоянных» объектов относятся кратеры Бартлетт*, Ганстин, Шретер, Цупус*, Коши*, Посидоний, Фалес, Феэтет*, Кант, а также гора Питон. Цвет объекта наблюдения можно оценивать описательно (красноватый, оранжевый, зеленоватый и т. п.). Что же касается яркости деталей, то желательно сравнивать эту яркость с яркостью некоторых лунных объектов, принимаемых за эталон. Наблюдения желательно повторять с интервалом в полчаса или час — мы видели на примере кратера Альфонс, что изменения яркости иногда имеют характер внезапной вспышки. Интересны также наблюдения яркости деталей лунного рельефа во время лунных затмений.

Ниже приводится шкала баллов яркости разных лунных объектов, самый темный из которых (дно Гримальди) имеет условный балл 1,0, самый яркий (центральная горка Аристарха) балл 10.

| Балл яркости | Объекты | Балл яркости | Объекты |
|---|---|---|---|
| 1,0 | Дно Гримальди, Риччоли | 6,0 | Валы Макробия, Бесселя, Флемстида |
| 1,5 | Дно Босковича, Лемонье* | 6,5 | Валы Лангрена и Ла Гира |
| 2,0 | Дно Ю. Цезаря*, Эндимиона, Фурье | 7,0 | Валы Кеплера и Ариадея* |
| 2,5 | Дно Питата, Мария, Витрувия | 7,5 | Валы Евклида* и Гортензия* |
| 3,5 | Дно Ганзена*, Архимеда, Мерсенна | 8,0 | Валы Коперника и Боде* |
| 4,0 | Дно Птолемея, Манилия, Герике | 8,5 | Валы Прокла и Мерсенна |
| 4,5 | Окрестности Аристилла | 9,0 | Валы Дионисия* и Мёстинга А |
| 5,0 | Вал Пикара, лучи Коперника | 9,5 | Дно Аристарха |
| | | 10,0 | Центральная горка Аристарха |

Если для изучения интересующего вас объекта вы применяете большое увеличение и в поле зрения не попадает ни один из «стандартных» объектов шкалы, надо найти в поле зрения объект равной яркости с изучаемым, а затем при малом увеличении сравнить яркость этого промежуточного объекта сравнения с яркостью одного из объектов шкалы.

Более подробно о научных наблюдениях Луны средствами любителя астрономии можно прочитать в неоднократно цитировавшейся книге П. Г. Куликовского и в Постоянной части «Астрономического Календаря» (М.: Наука, 1973). Весьма ценным пособием для всех, интересующихся Луной, может также слу-

жить книга Н. Н. Сытинской «Луна и ее наблюдения» (М.: Гостехиздат, 1956). Для углубленного изучения селенографии можно рекомендовать книгу В. В. Шевченко «Современная селенография» (М.: Наука, 1980).

Что касается звездного мира, то в изучении переменных звезд любители астрономии оказывали и будут оказывать огромную помощь науке. Переменных звезд великое множество, и у астрономов-специалистов просто не хватает времени регулярно следить за изменениями блеска десятков тысяч переменных звезд. Конечно, среди них есть звезды, изученные очень подробно. Но есть и такие, о которых известно очень мало и природа которых остается пока загадочной. Среди них особенно интересны вспыхивающие переменные звезды. Вспышки их заранее предсказать трудно, нужна постоянная «патрульная служба» таких звезд и здесь помощь любителей астрономии особенно полезна.

Мы не будем описывать методы наблюдений и изучения переменных звезд. Этой теме уделено место и в книге П. Г. Куликовского, и в «Астрономическом Календаре», и особенно в книгах В. П. Цесевича «Что и как наблюдать на небе» (М.: Наука, 1979) и «Переменные звезды и их наблюдение» (М.: Наука, 1980). К ним мы и адресуем всех тех, кто захочет заняться активным изучением звездного мира.

Созерцание природы, особенно осмысленное, полезно и приятно. Но это созерцание должно стать ступенью для перехода к следующей, более высокой ступени познания — активному исследованию объективного мира. Если знакомство с сокровищами звездного неба пробудило в вас желание глубже изучить изумительный по многообразию мир небесных тел, а может быть, и своими силами, силами астронома-любителя, принести пользу науке, автор будет считать свою задачу выполненной.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

В «Приложениях» даны с любезного разрешения доц. П. Г. Куликовского некоторые справочные материалы и карты, опубликованные им в «Справочнике любителя астрономии» (Наука, 1971). Среди них: карты звездного неба и Луны, расположение и цвета некоторых двойных звезд и другие.

## Приложение I

## ПОСОБИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗВЕЗДНОГО НЕБА


1. Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии.— М.: Наука, 1971.
2. Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе.— М.: Наука, 1979.
3. Цесевич В. П. Переменные звезды и их наблюдение.— М.: Наука, 1980.
4. Дагаев М. М. Наблюдения звездного неба.— М.: Наука, 1975 и 1979.
5. Уллерих К. Ночи у телескопа.— М.: Мир, 1966.
6. Марленский А. Д. Учебный звездный атлас.— М.: Просвещение, 1970.
7. Михайлов А. А. Звездный атлас, Изд-во АН СССР, 1958 и «Наука», 1965.
8. Михайлов А. А. Атлас звездного неба.— М.: Наука, 1974.
9. Михайлов А. А. Звездный атлас, содержащий для обоих полушарий все звезды до 8,25 зв. величины.— 3-е изд.— М.: Наука, 1969.
10. Астрономический Календарь (Постоянная часть).— М.: Физматгиз, 1973.
11. Астрономический Календарь (Переменная часть).— М.: Наука (издается ежегодно).
12. Школьный астрономический календарь.— М.: Просвещение (издается ежегодно).
13. Журнал «Земля и Вселенная» (шесть номеров в год). Даются обзоры звездного неба по месяцам.
14. Карта Луны.— М.: Наука, 1967.
15. Максимачев Б. А., Комаров В. Н. В звездных лабиринтах.— М.: Наука, 1978.

Приложение II

## НАЗВАНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ СОЗВЕЗДИЙ

| Русское название | Латинское название | Родительный падеж | Обозначение | Площадь в квадратных градусах | Число звезд ярче $6^m,0$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Андромеда | Andromeda | Andromedae | And | 722 | 100 |
| Близнецы | Gemini | Geminorum | Gem | 514 | 70 |
| Большая Медведица | Ursa Major | Ursae Majoris | UMa | 1280 | 125 |
| Большой Пес | Canis Major | Canis Majoris | CMa | 380 | 80 |
| Весы | Libra | Librae | Lib | 538 | 50 |
| Водолей | Aquarius | Aquarii | Aqr | 980 | 90 |
| Возничий | Auriga | Aurigae | Aur | 657 | 90 |
| Волк | Lupus | Lupi | Lup | 334 | 70 |
| Волопас | Bootes | Bootis | Boo | 907 | 90 |
| Волосы Вероники | Coma Berenices | Comae Berenices | Com | 386 | 50 |
| Ворон | Corvus | Corvi | Crv | 184 | 15 |
| Геркулес | Hercules | Herculis | Her | 1225 | 140 |
| Гидра | Hydra | Hydrae | Hya | 1300 | 130 |
| Голубь | Columba | Columbae | Col | 270 | 40 |
| Гончие Псы | Canes Venatici | Canum Venaticorum | CVn | 465 | 30 |
| Дева | Virgo | Virginis | Vir | 1290 | 95 |
| Дельфин | Delphinus | Delphini | Del | 189 | 30 |
| Дракон | Draco | Draconis | Dra | 1083 | 80 |
| Единорог | Monoceros | Monocerotis | Mon | 482 | 85 |
| Жертвенник | Ara | Arae | Ara | 237 | 30 |
| Живописец | Pictor | Pictoris | Pic | 247 | 30 |

| Русское название | Латинское название | Родительный падеж | Обозначение | Площадь в квадратных градусах | Число звезд ярче $6^m,0$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Жираф | Camelopardalis | Camelopardalis | Cam | 757 | 50 |
| Журавль | Grus | Gruis | Gru | 366 | 30 |
| Заяц | Lepus | Leporis | Lep | 290 | 40 |
| Змееносец (Офиух) | Ophiuchus | Ophiuchi | Oph | 948 | 100 |
| Змея | Serpens | Serpentis | Ser | 637 | 60 |
| Золотая Рыба | Dorado | Doradus | Dor | 179 | 20 |
| Индеец | Indus | Indi | Ind | 294 | 20 |
| Кассиопея | Cassiopeja | Cassiopejae | Cas | 598 | 90 |
| Киль | Carina | Carinae | Car | 494 | 110 |
| Кит | Cetus | Ceti | Cet | 1230 | 100 |
| Козерог | Capricornus | Capricorni | Cap | 414 | 50 |
| Компас | Pyxis | Pyxidis | Pyx | 221 | 25 |
| Корма | Puppis | Puppis | Pup | 673 | 140 |
| Лебедь | Cygnus | Cygni | Cyg | 804 | 150 |
| Лев | Leo | Leonis | Leo | 947 | 70 |
| Летучая Рыба | Volans | Volantis | Vol | 141 | 20 |
| Лира | Lyra | Lyrae | Lyr | 286 | 45 |
| Лисичка | Vulpecula | Vulpeculae | Vul | 268 | 45 |
| Малая Медведица | Ursa Minor | Ursae Minoris | UMi | 256 | 20 |
| Малый Конь | Equuleus | Equulei | Equ | 72 | 10 |
| Малый Лев | Leo Minor | Leonis Minoris | LMi | 232 | 20 |
| Малый Пес | Canis Minor | Canis Minoris | CMi | 183 | 20 |

| Русское название | Латинское название | Родительный падеж | Обозначение | Площадь в квадратных градусах | Число звезд ярче $6^m,0$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Микроскоп | Microscopium | Microscopii | Mic | 210 | 20 |
| Муха | Musca | Muscae | Mus | 138 | 30 |
| Насос | Antlia | Antliae | Ant | 239 | 20 |
| Наугольник | Norma | Normae | Nor | 165 | 20 |
| Овен | Aries | Arietis | Ari | 441 | 50 |
| Октант | Octans | Octantis | Oct | 291 | 35 |
| Орел | Aquila | Aquilae | Aql | 652 | 70 |
| Орион | Orion | Orionis | Ori | 594 | 120 |
| Павлин | Pavo | Pavonis | Pav | 378 | 45 |
| Паруса | Vela | Velorum | Vel | 500 | 110 |
| Пегас | Pegasus | Pegasi | Peg | 1121 | 100 |
| Персей | Perseus | Persei | Per | 615 | 90 |
| Печь | Fornax | Fornacis | For | 398 | 35 |
| Райская Птица | Apus | Apodis | Aps | 206 | 20 |
| Рак | Cancer | Cancri | Cnc | 506 | 60 |
| Резец | Caelum | Caeli | Cae | 125 | 10 |
| Рыбы | Pisces | Piscium | Psc | 889 | 75 |
| Рысь | Lynx | Lyncis | Lyn | 545 | 60 |
| Северная Корона | Corona Borealis | Coronae Borealis | CrB | 179 | 20 |
| Секстант | Sextans | Sextantis | Sex | 314 | 25 |
| Сетка | Reticulum | Reticuli | Ret | 114 | 15 |
| Скорпион | Scorpius | Scorpii | Sco | 497 | 100 |
| Скульптор | Sculptor | Sculptoris | Scl | 475 | 30 |

| Русское название | Латинское название | Родительный падеж | Обозначение | Площадь в квадратных градусах | Число звезд ярче $6^m,0$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Столовая Гора | Mensa | Mensae | Men | 153 | 15 |
| Стрела | Sagitta | Sagittae | Sge | 80 | 20 |
| Стрелец | Sagittarius | Sagittarii | Sgr | 867 | 115 |
| Телескоп | Telescopium | Telescopii | Tel | 252 | 30 |
| Телец | Taurus | Tauri | Tau | 797 | 125 |
| Треугольник | Triangulum | Trianguli | Tri | 132 | 15 |
| Тукан | Tucana | Tucanae | Tuc | 295 | 25 |
| Феникс | Phoenix | Phoenicis | Phe | 469 | 40 |
| Хамелеон | Chamaeleon | Chamaeleontis | Cha | 132 | 20 |
| Центавр | Centaures | Centauri | Cen | 1060 | 150 |
| Цефей | Cepheus | Cephei | Cep | 588 | 60 |
| Циркуль | Circinus | Circini | Cir | 93 | 20 |
| Часы | Horologium | Horologii | Hor | 249 | 20 |
| Чаша | Crater | Crateris | Crt | 282 | 20 |
| Щит | Scutum | Scuti | Sct | 109 | 20 |
| Эридан | Eridanus | Eridani | Eri | 1138 | 100 |
| Южная Гидра | Hydrus | Hydri | Hyi | 243 | 20 |
| Южная Корона | Corona Australis | Coronae Australis | CrA | 128 | 25 |
| Южная Рыба | Piscis Austrinus | Piscis Austrini | PsA | 245 | 25 |
| Южный Крест | Crux | Crucis | Cru | 68 | 30 |
| Южный Треугольник | Triangulum Australe | Trianguli Australis | TrA | 110 | 20 |
| Ящерица | Lacerta | Lacertae | Lac | 201 | 35 |

## Приложение III

## СПИСОК ДВОЙНЫХ И КРАТНЫХ ЗВЕЗД

(из книги: Дагаев М. М. «Наблюдения звездного неба».— М.: Наука, 1979)

Обозначения: $m$ — суммарная звездная величина; $m_1$ и $m_2$ — звездные величины компонентов; ρ — угловое расстояние между компонентами; о — оптическая кратность; ф — физическая кратность; * — наиболее красивые звездные пары.

| Название звезды | $m$ | $m_1$ | $m_2$ | ρ | Цвет компонентов | Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| γ Андромеды | $2^m{,}21$ | $2^m{,}28$ | $5^m{,}08$ | $10''$ | оранж., голубой | *, ф, 1 |
| π Андромеды | 4,42 | 4,44 | 8,7 | 36 | бел., голубоват. | ф |
| α Близнецов | 1,58 | 1,96 | 2,89 | 5 | белый | *, ф, 2 |
| | | | 9,5 | 73 | зеленовато-желтый | |
| δ Близнецов | 3,50 | 3,51 | 8,2 | 7 | желт., красн. | о |
| ϰ Близнецов | 3,67 | 3,68 | 8,5 | 7 | оранж., голубой | ф |
| μ Близнецов | 3,19 | 3,19 | 9,8 | 122 | красн., белый | о |
| ζ и g Б. Медведицы | — | 2,17 | 4,02 | 708 | белый | *, о |
| ζ Б. Медведицы | 2,17 | 2,40 | 3,96 | 14 | белый | *, ф |
| ε Большого Пса | 1,63 | 1,63 | 8,1 | 7 | голубоват., бел. | ф |
| α Весов | — | 2,90 | 5,33 | 230 | бел., желт. | о |
| ε Волопаса | 2,59 | 2,70 | 5,12 | 3 | желт., зеленоват. | ф |
| ι Волопаса | 4,74 | 4,78 | 8,3 | 38 | белый | ф |
| ϰ Волопаса | 4,44 | 4,60 | 6,61 | 13 | бел., голубоват. | ф |
| μ Волопаса | 4,33 | 4,47 | 6,67 | 109 | белый, желт. | ф |
| ξ Волопаса | 4,64 | 4,78 | 6,9 | 7 | оранж., красн. | ф |
| δ Ворона | 3,10 | 3,11 | 8,4 | 24 | бел., желт. | ф |
| α Геркулеса | 2,9—3,7 | 3,0—4,0 | 5,4 | 5 | красн., голубоват. | *, ф, 3 |
| δ Геркулеса | 3,15 | 3,16 | 8,5 | 10 | бел. фиолет. | о |
| α Гончих Псов | 2,80 | 2,90 | 5,39 | 20 | желт., лилов. | *, ф |

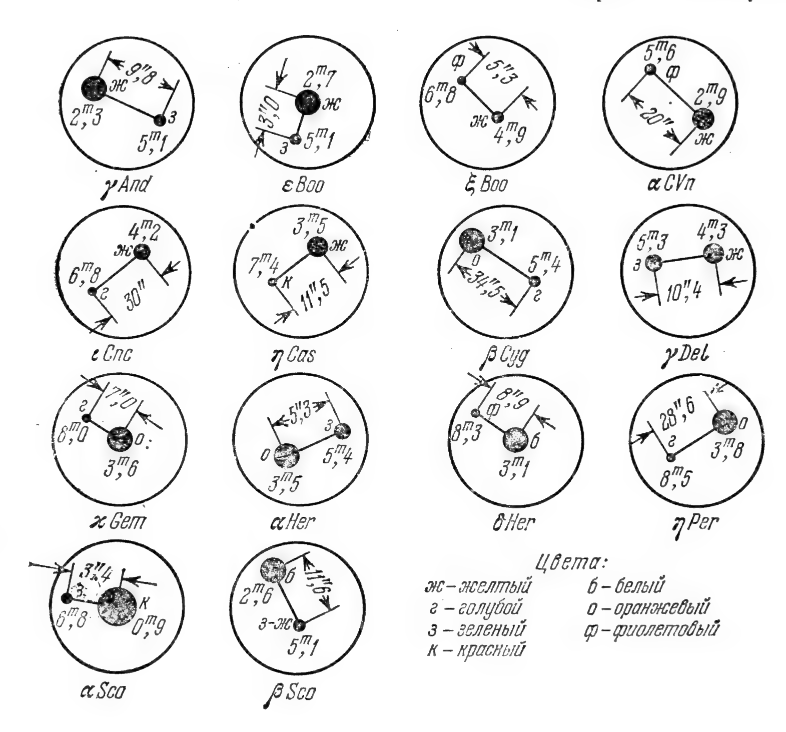
*Продолжение прил. III*

| Название звезды | $m$ | $m_1$ | $m_2$ | $\rho$ | Цвет компонентов | Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| γ Девы | 2,91 | 3,63 | 3,7 | 6 | желтовато-бел. | *, ф |
| γ Дельфина | 4,12 | 4,49 | 5,47 | 10 | желт., зеленоват. | *, ф |
| η Дракона | 2,89 | 2,89 | 8,8 | 6 | желт., голубоват. | ф |
| ν Дракона | 4,20 | 4,98 | 4,95 | 62 | желтовато-бел., бел. | ф |
| ψ Дракона | 4,58 | 4,90 | 6,07 | 30 | бел., желтый | ф |
| β Змеи | 3,74 | 3,75 | 9,0 | 31 | белый | о |
| ϑ Змеи | 4,10 | 4,50 | 5,37 | 23 | желтовато-бел. | ф |
| η Кассиопеи | 3,61 | 3,64 | 7,5 | 10 | желт., пурпурн. | *, ф |
| α Козерога | — | 3,77 | 4,53 | 380 | желтый | *, о |
| $\alpha^2$ Козерога | 3,77 | 3,77 | 10,6 | 7 | желтый | *, ф, 4 |
| $\alpha^1$ Козерога | 4,53 | 4,55 | 9,0 | 46 | желт., бел. | *, о |
| β Козерога | — | 3,25 | 6,3 | 205 | желт., голубовато-бел. | о |
| β Лебедя | 3,10 | 3,24 | 5,36 | 35 | желт., голубой | *, ф |
| 61 Лебедя | 5,12 | 5,54 | 6,35 | 27 | оранж. | *, ф, 5 |
| β Лиры | 3,3—4,2 | 3,3—4,2 | 7,8 | 47 | голубовато-бел. | *, ф, 6 |
| δ Лиры | 4,2—4,5 | 4,6—5,0 | 5,51 | 619 | красн., голубовато-бел. | о, 7 |
| ε Лиры | 3,83 | 4,50 | 4,68 | 208 | белый | *, ф, 8 |
| $\varepsilon^2$ Лиры | 4,50 | 5,14 | 5,37 | 2 | белый | *, ф, 8 |
| $\varepsilon^1$ Лиры | 4,68 | 5,06 | 6,00 | 3 | белый | *, ф, 8 |
| ζ Лиры | 4,06 | 4,29 | 5,87 | 44 | бел., желтовато-бел. | ф |
| γ Льва | 2,30 | 2,61 | 3,80 | 4 | золотисто-желт., зеленов.-желт. | *, ф |
| ζ Льва | — | 3,65 | 5,91 | 328 | желтый | о |
| γ Овна | 4,00 | 4,75 | 4,83 | 8 | белый | *, ф |
| λ Овна | 4,73 | 4,83 | 7,4 | 38 | белый, желтый | ф |
| ϑ Тельца | 2,55 | 3,62 | 4,04 | 337 | бел., желтый | ф |
| ϰ Тельца | 4,01 | 4,36 | 5,42 | 340 | белый | ф |

| Название звезды | $m$ | $m_1$ | $m_2$ | $\rho$ | Цвет компонентов | Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| σ Тельца | 4,24 | 4,85 | 5,15 | 435 | белый | ф |
| β Цефея | 3,4 | 3,4 | 8,0 | 14 | голубовато-бел. | ф |
| δ Цефея | 3,5—4,2 | 3,5—4,2 | 7,5 | 41 | желт., белый | ф |
| ξ Цефея | 4,41 | 4,57 | 6,6 | 7 | желт., голубовато-бел. | ф |

Примечания:

1. Физическая тройная звезда; спутник $5^m,08$ — физическая двойная звезда, с компонентами $5^m,50$ и $6^m,30$, $\rho = 0'',3$.
2. Физическая тройная звезда.
3. Главная звезда — полуправильная переменная.
4. Тройная; спутник — физическая двойная, состоит из звезд $11^m,2$ и $11^m,5$, $\rho = 1'',2$.
5. Имеет невидимые темные спутники.
6. Тройная; главная звезда — затменная переменная, имеет спектральный спутник.
7. Четырехкратная; звезда $\delta^2$ $(4^m,6—5^m,0)$— переменная и оптическая двойная, имеет спутник $10^m,6$, $\rho = 86''$; спутник $10^m,6$ — физическая двойная, разрешается на два компонента $11^m,2$ и $11^m,6$, $\rho = 2''$.
8. Физическая четырехкратная звезда.
9. Многократная звезда, по меньшей мере 12-кратная, т. е. может быть приравнена к рассеянному звездному скоплению; состоит из двух групп звезд $\vartheta^1$ и $\vartheta^2$.
10. Называется Трапецией Ориона; в нее входит минимум девять звезд, из которых четыре превосходно видны в небольшие телескопы; три звезды $(16^m,0$; $16^m,0$ и $16^m,5)$ видны только в телескопы большой силы и в таблице не показаны. Звезда $7^m,9$ — переменная по блеску; звезда $10^m,8$ является спутником звезды $5^m,36$.
11. Пятикратная звезда типа Трапеция Ориона. Имеется еще спутник $6^m,0$ на расстоянии $0'',3$ от главной звезды.
12. В действительности четырехкратная физическая система: звезда $\zeta^1$ $5^m,10$ состоит из звезд $5^m,7$ и $6^m,0$, $\rho = 0'',9$; звезда $\zeta^2$ $6^m,02$ состоит из звезд $6^m,3$ и $7^m,8$, $\rho = 0'',2$.
13. Тройная звезда; спутник состоит из двух звезд $2^m,90$ и $9^m,7$, $\rho = 0'',8$.
14. Тройная звезда; спутник состоит из двух звезд $6^m,8$ и $7^m,8$, $\rho = 2''$.




Расположение и цвета некоторых двойных звезд.

Приложение IV

## ГРЕЧЕСКИЙ АЛФАВИТ

| | | |
|---|---|---|
| Α, α альфа | Ι, ι йота | Ρ, ρ ро |
| Β, β бэта | Κ, ϰ каппа | Σ, σ сигма |
| Γ, γ гамма | Λ, λ ламбда | Τ, τ тау |
| Δ, δ дельта | Μ, μ ми | Υ, υ ипсилон |
| Ε, ε эпсилон | Ν, ν ни | Φ, φ фи |
| Ζ, ζ дзета | Ξ, ξ кси | Χ, χ хи |
| Η, η эта | Ο, ο омикрон | Ψ, ψ пси |
| Θ, ϑ, θ тэта | Π, π пи | Ω, ω омега |

Приложение V

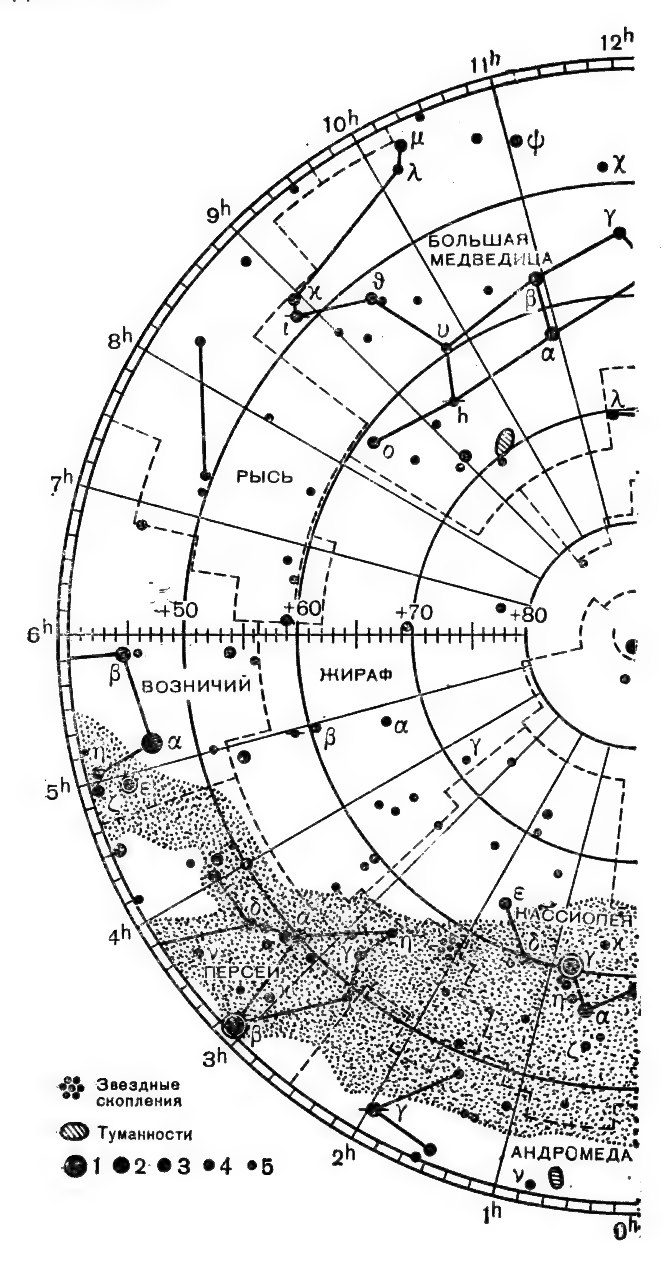
## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О БОЛЬШИХ ПЛАНЕТАХ

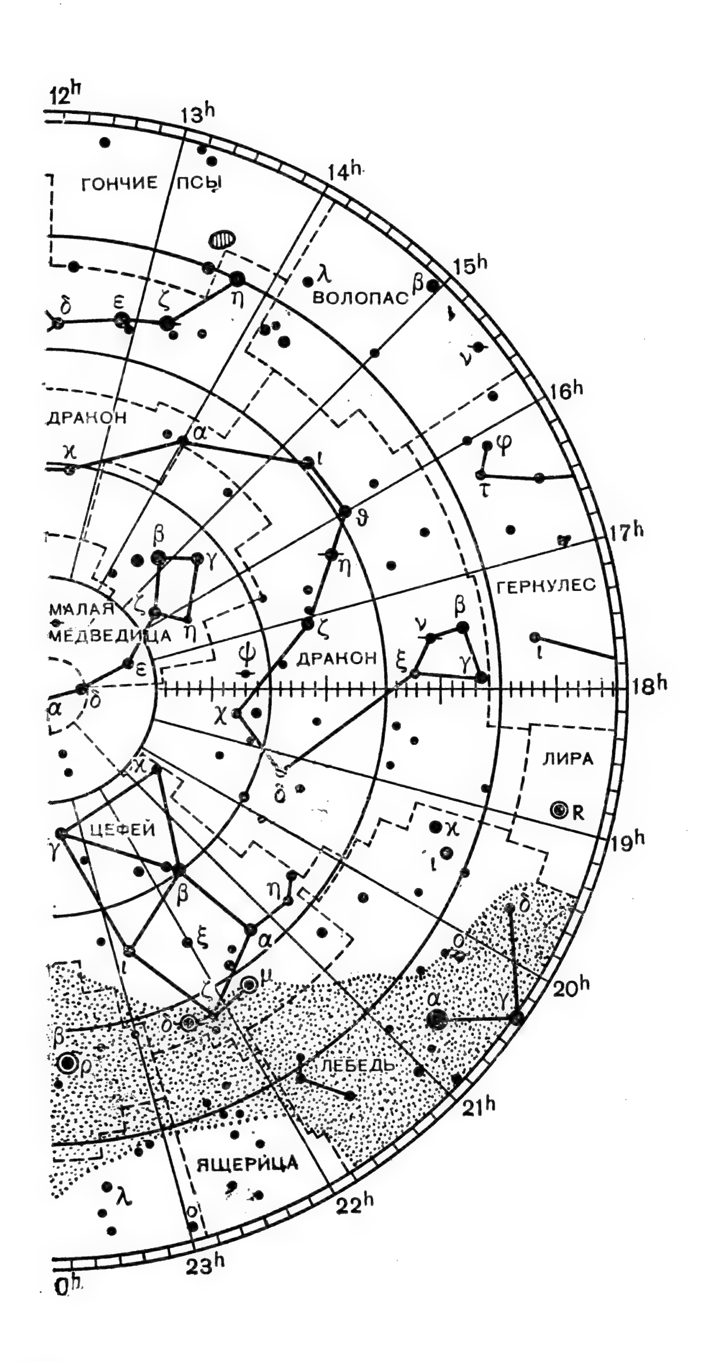
| Название планеты | Среднее расстояние от Солнца | | Период обращения вокруг Солнца | Период вращения | Радиус в радиусах Земли | Масса в массах Земли | Плотность, $г/см^3$ | Наклон оси | Блеск в звездных величинах | Число спутников |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | астрон. единицы | млн. *км* | | | | | | | | |
| Меркурий | 0,387 | 57,9 | 88 сут. | 58,6 сут. | 0,38 | 0,055 | 5,5 | 0°—7°? | —0,2[2]) | 0 |
| Венера | 0,723 | 108,2 | 225 сут. | 243 сут.[1]) | 0,95 | 0,815 | 5,2 | 178°(2°) | —4,1[2]) | 0 |
| Земля | 1,000 | 149,6 | 365,25 сут. | $23^{ч}56^{м}$ | 1,00 | 1,000 | 5,5 | 23°27′ | — | 1 |
| Марс | 1,524 | 227,9 | 687 сут. | $24^{ч}37^{м}$ | 0,53 | 0,108 | 3,9 | 24°48′ | —1,9 | 2 |
| Юпитер | 5,203 | 778,3 | 11,86 года | $9^{ч}50^{м}$ | 10,9 | 318 | 1,3 | 3°07′ | —2,4 | 14 |
| Сатурн | 9,539 | 1427,0 | 29,46 года | $10^{ч}14^{м}$ | 9,1 | 95 | 0,7 | 26°45′ | +0,8 | 10 |
| Уран | 19,19 | 2871,0 | 84 года | $10^{ч}42^{м}$[1]) | 3,9 | 14,6 | 1,4 | 98° | +5,8 | 5 |
| Нептун | 30,07 | 4499 | 165 лет | $15^{ч}48^{м}$ | 3,8 | 17,2 | 1,7 | 29° | +7,8 | 2 |
| Плутон | 39,52 | 5912 | 248 лет | $153^{ч},6$ | 0,5? | 0,2? | 5? | ? | +14,7 | 1 |

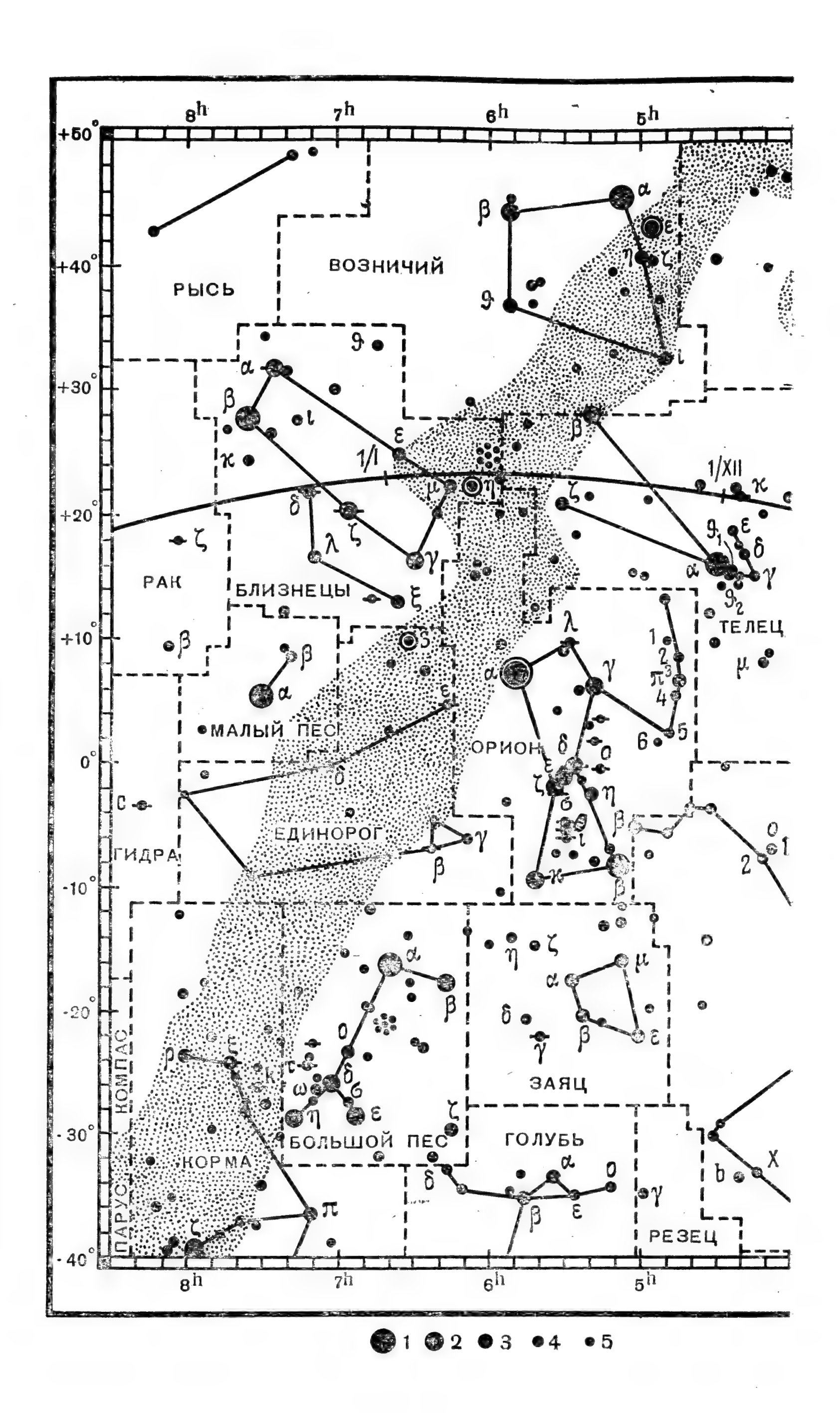
[1]) Вращение обратное, т. е. с востока на запад.
[2]) Меркурий и Венера — в наибольшей элонгации; остальные планеты — при среднем противостоянии.

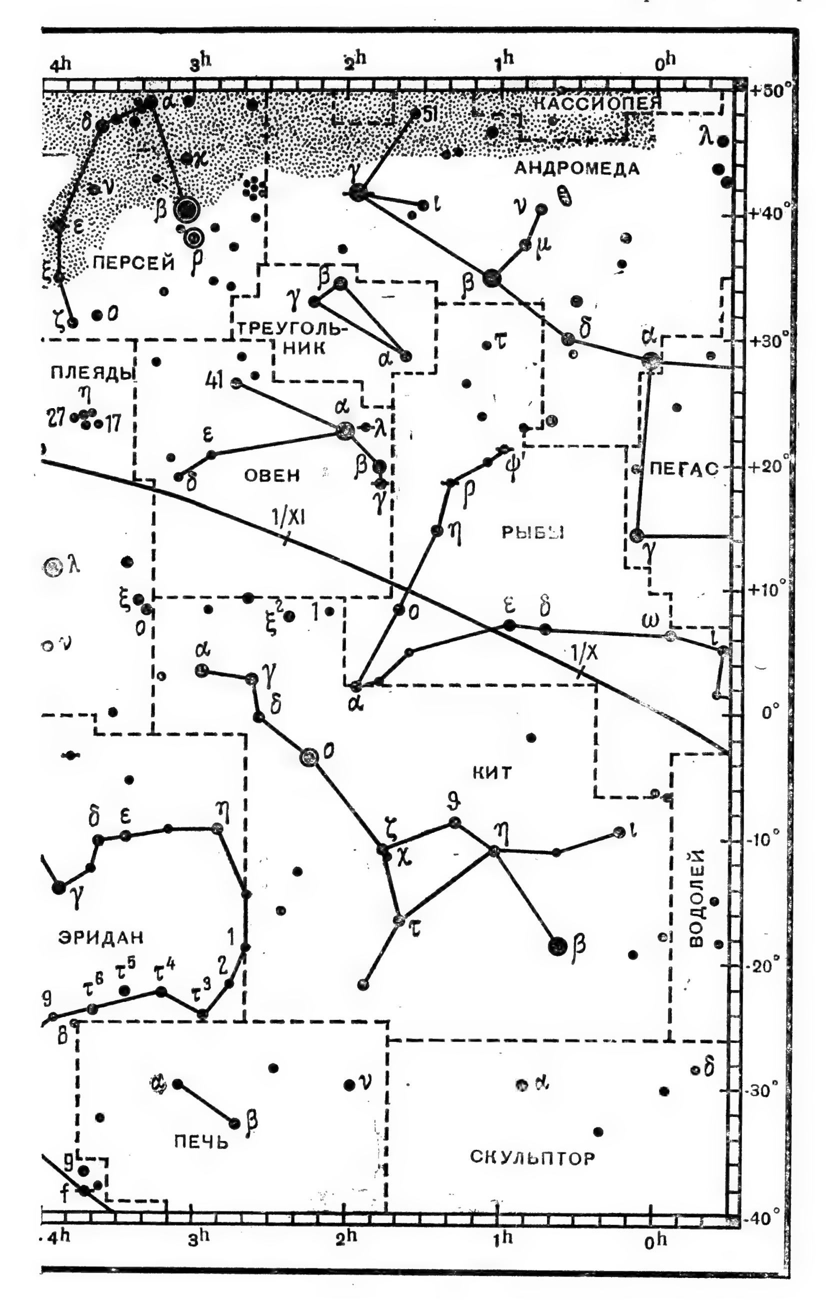
**Приложение VI**

КАРТЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

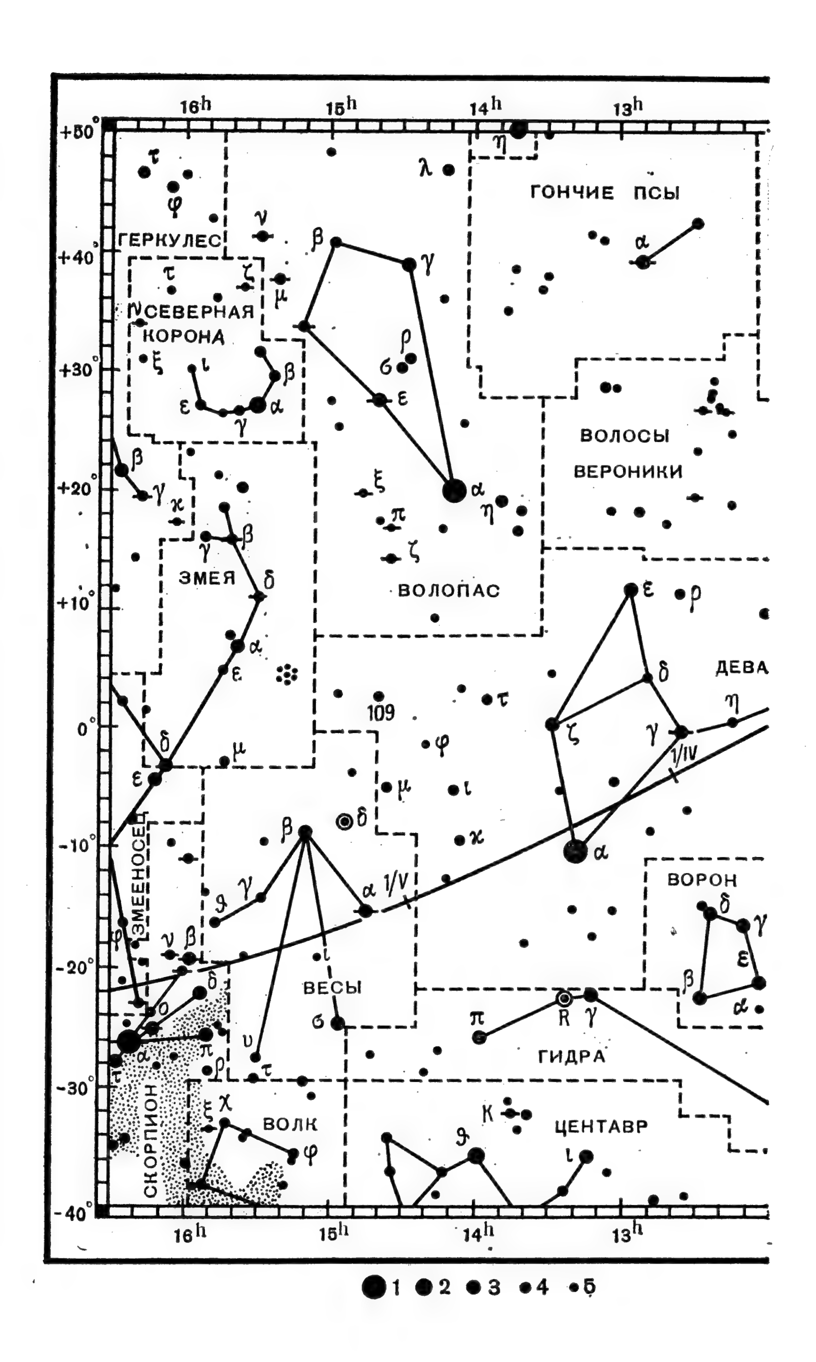


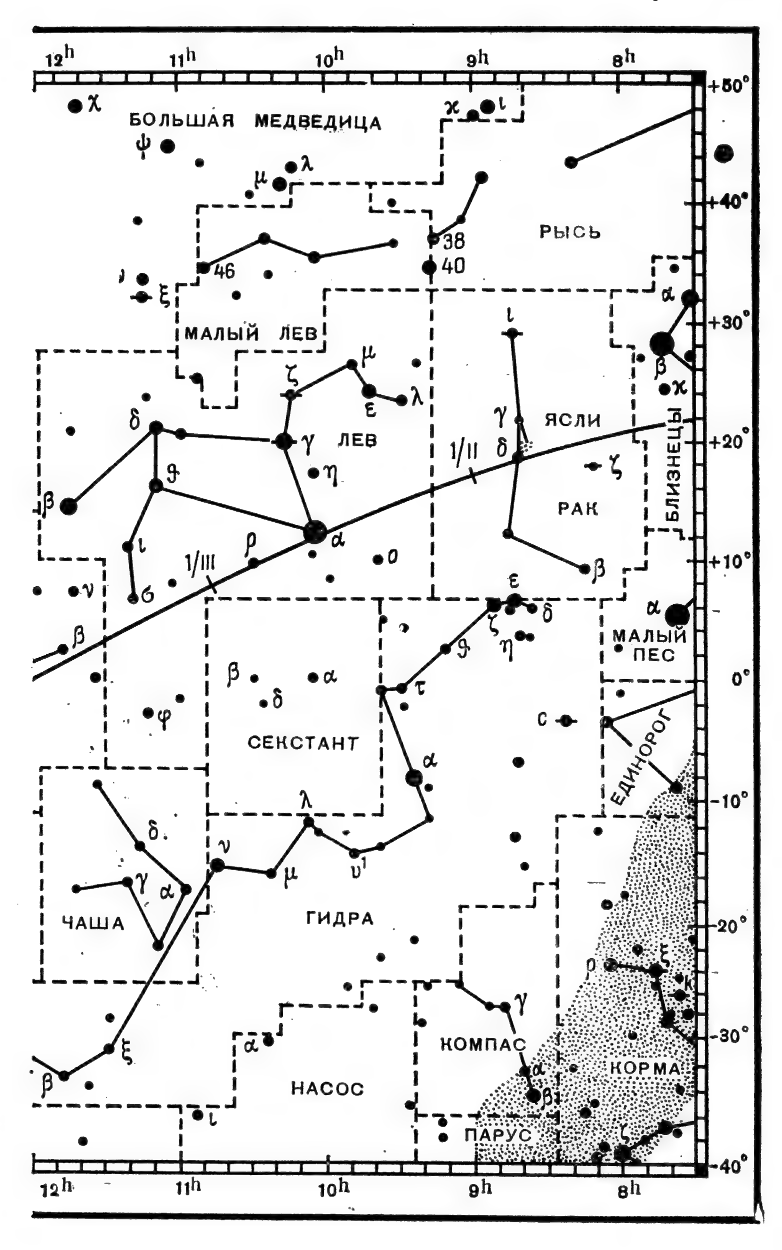

12h
13h
14h
15h
16h
17h
18h
19h
20h
21h
22h
23h
0h
ГОНЧИЕ ПСЫ
ВОЛОПАС
ДРАКОН
ГЕРКУЛЕС
МАЛАЯ
МЕДВЕДИЦА
ДРАКОН
ЛИРА
ЦЕФЕЙ
ЛЕБЕДЬ
ЯЩЕРИЦА

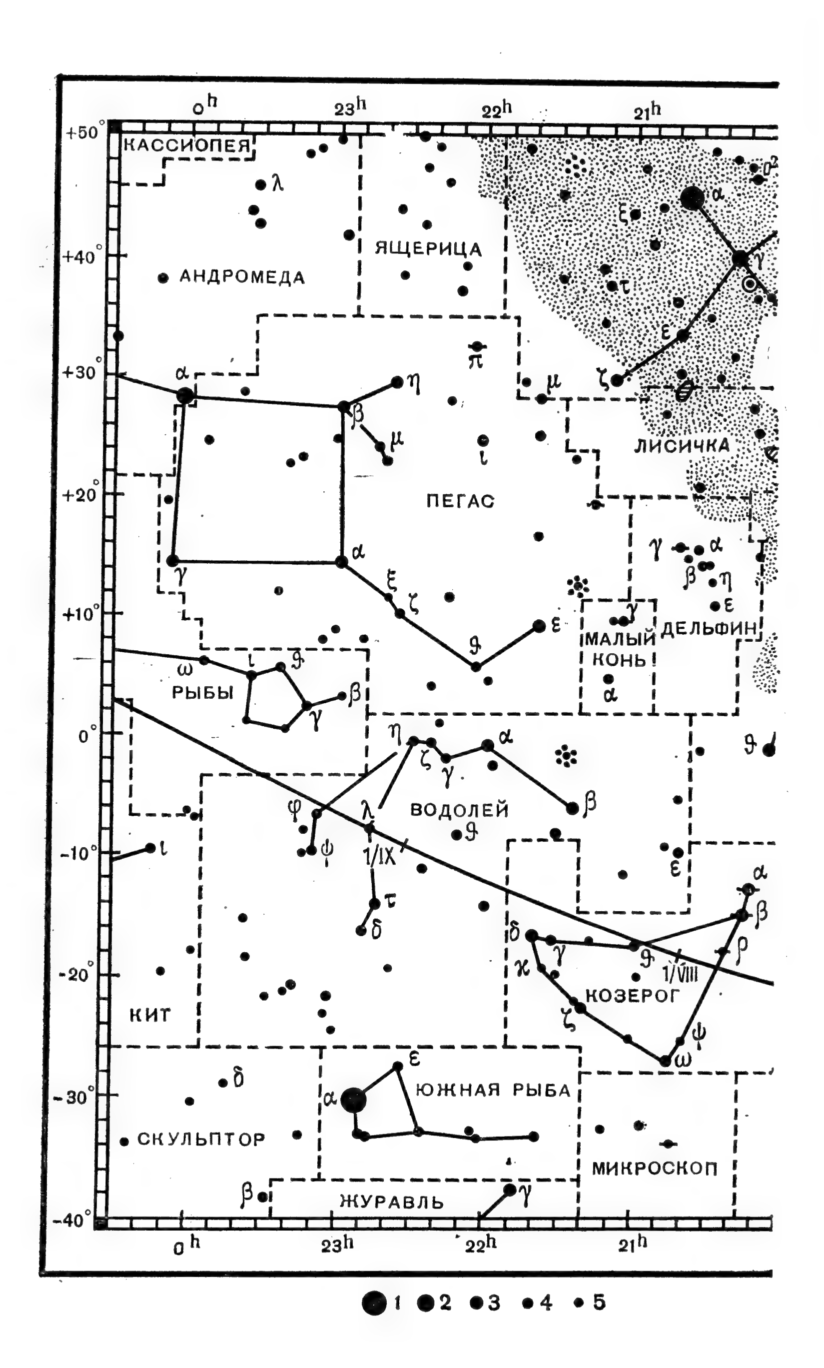

ВОЗНИЧИЙ
РЫСЬ
РАК
БЛИЗНЕЦЫ
МАЛЫЙ ПЕС
ОРИОН
ТЕЛЕЦ
ЕДИНОРОГ
ГИДРА
ЗАЯЦ
БОЛЬШОЙ ПЕС
ГОЛУБЬ
КОРМА
КОМПАС
ПАРУС
РЕЗЕЦ
1 2 3 4 5

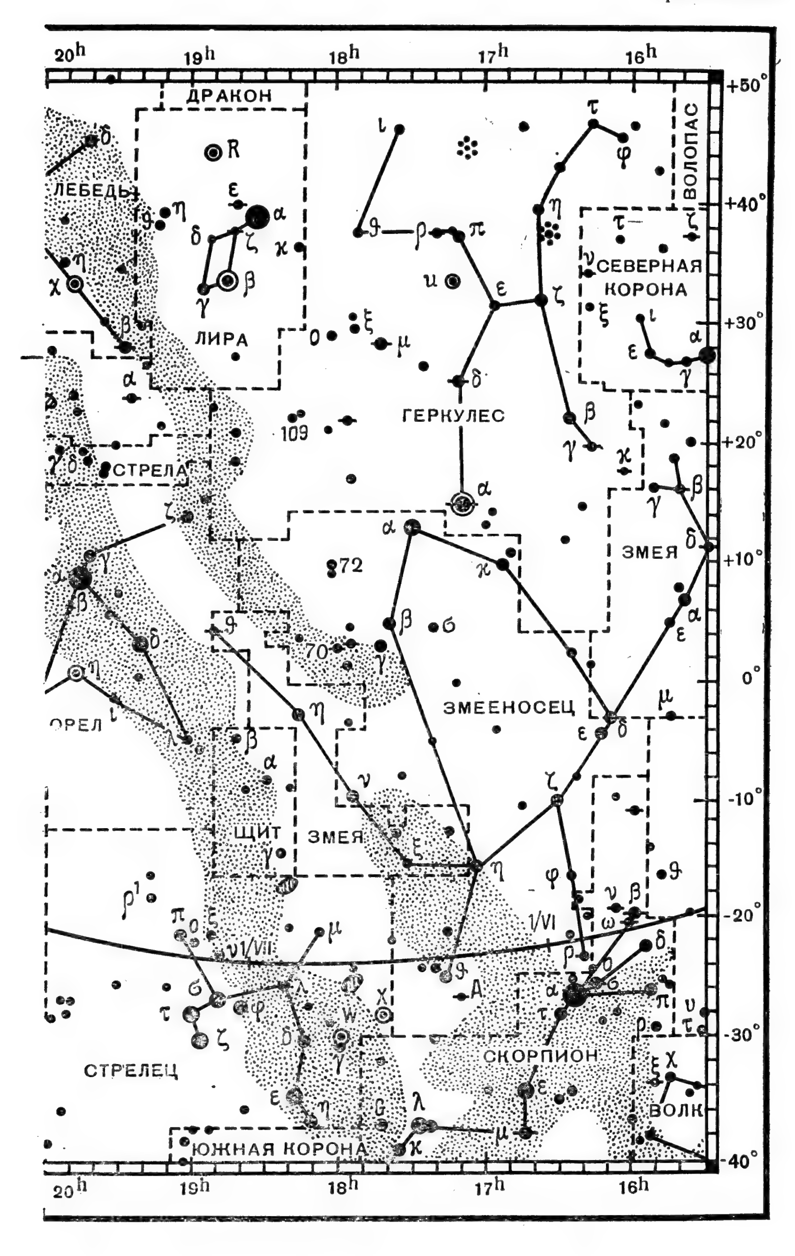


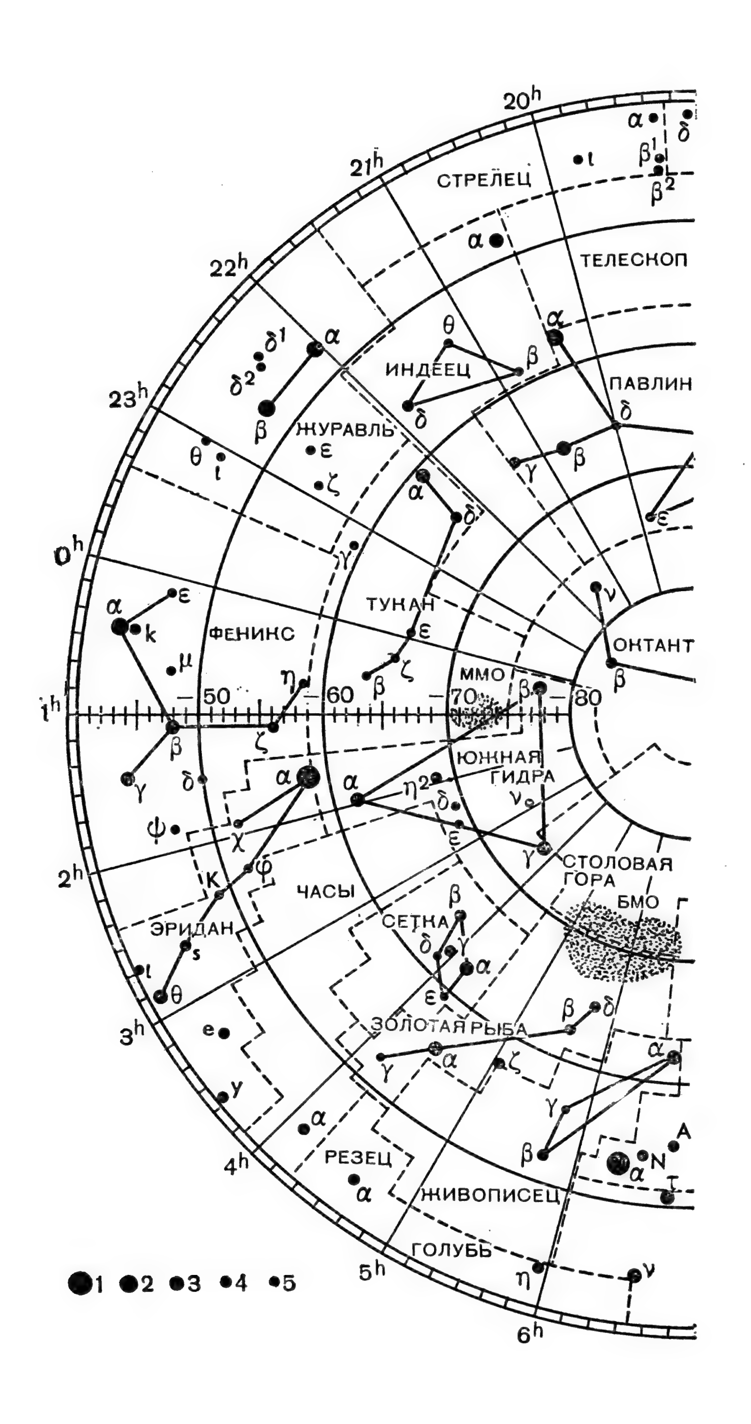
4h
3h
2h
1h
0h
+50°
+40°
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°
КАССИОПЕЯ
АНДРОМЕДА
ПЕРСЕЙ
ТРЕУГОЛЬНИК
ПЛЕЯДЫ
ОВЕН
РЫБЫ
ПЕГАС
1/XI
1/X
КИТ
ЭРИДАН
ВОДОЛЕЙ
ПЕЧЬ
СКУЛЬПТОР


16h
15h
14h
13h
+50°
+40°
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°
ГЕРКУЛЕС
СЕВЕРНАЯ
КОРОНА
ГОНЧИЕ ПСЫ
ВОЛОСЫ
ВЕРОНИКИ
ЗМЕЯ
ВОЛОПАС
ДЕВА
109
ЗМЕЕНОСЕЦ
1/IV
1/V
ВОРОН
ВЕСЫ
ГИДРА
СКОРПИОН
ВОЛК
ЦЕНТАВР
1 2 3 4 5

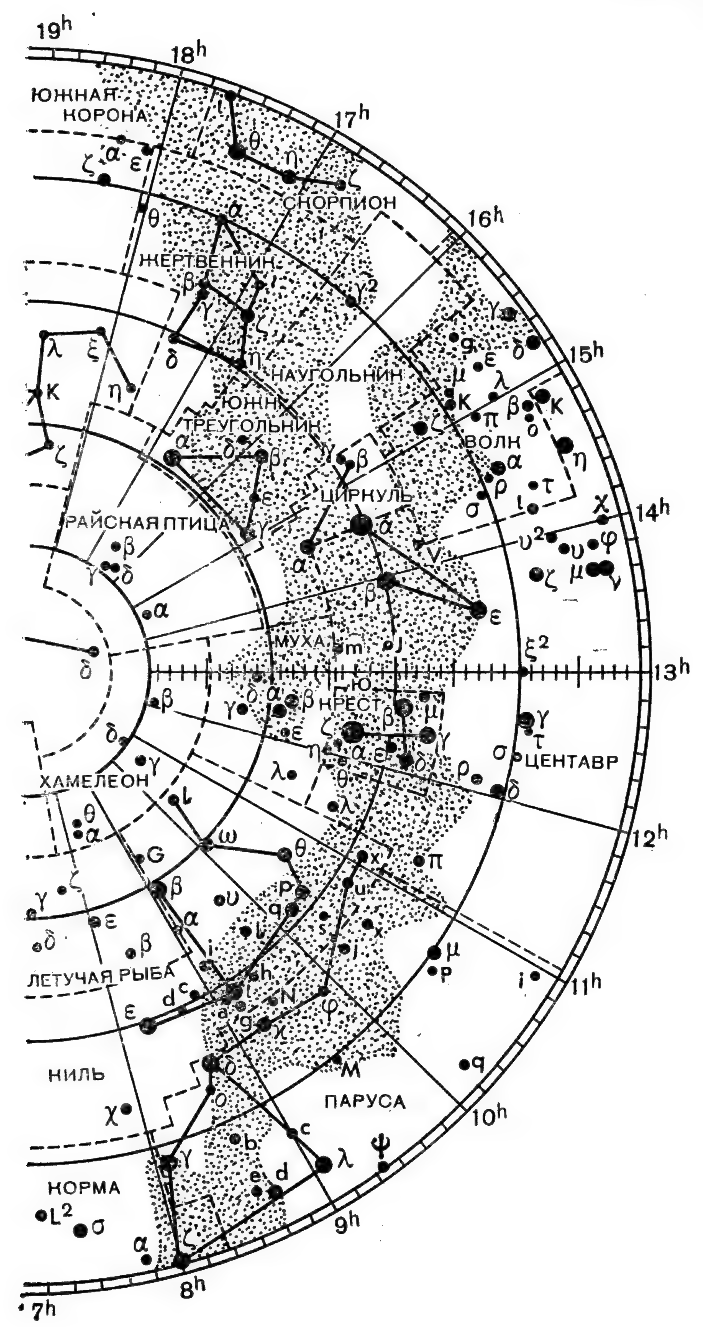

БОЛЬШАЯ МЕДВЕДИЦА
РЫСЬ
МАЛЫЙ ЛЕВ
ЛЕВ
ЯСЛИ
РАК
БЛИЗНЕЦЫ
МАЛЫЙ ПЕС
СЕКСТАНТ
ЕДИНОРОГ
ЧАША
ГИДРА
КОМПАС
КОРМА
НАСОС
ПАРУС
1/II
1/III
12h
11h
10h
9h
8h
+50°
+40°
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°


КАССИОПЕЯ
АНДРОМЕДА
ЯЩЕРИЦА
ПЕГАС
ЛИСИЧКА
ДЕЛЬФИН
МАЛЫЙ КОНЬ
РЫБЫ
ВОДОЛЕЙ
КИТ
КОЗЕРОГ
ЮЖНАЯ РЫБА
СКУЛЬПТОР
МИКРОСКОП
ЖУРАВЛЬ
1/IX
1/VIII
+50°
+40°
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°
0h
23h
22h
21h
1 2 3 4 5


20h
19h
18h
17h
16h
+50°
+40°
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°
ДРАКОН
ЛЕБЕДЬ
ЛИРА
ВОЛОПАС
СЕВЕРНАЯ КОРОНА
ГЕРКУЛЕС
СТРЕЛА
ЗМЕЯ
ЗМЕЕНОСЕЦ
ОРЕЛ
ЩИТ
ЗМЕЯ
СТРЕЛЕЦ
СКОРПИОН
ВОЛК
ЮЖНАЯ КОРОНА
109
72
70
1/VI
1/VII



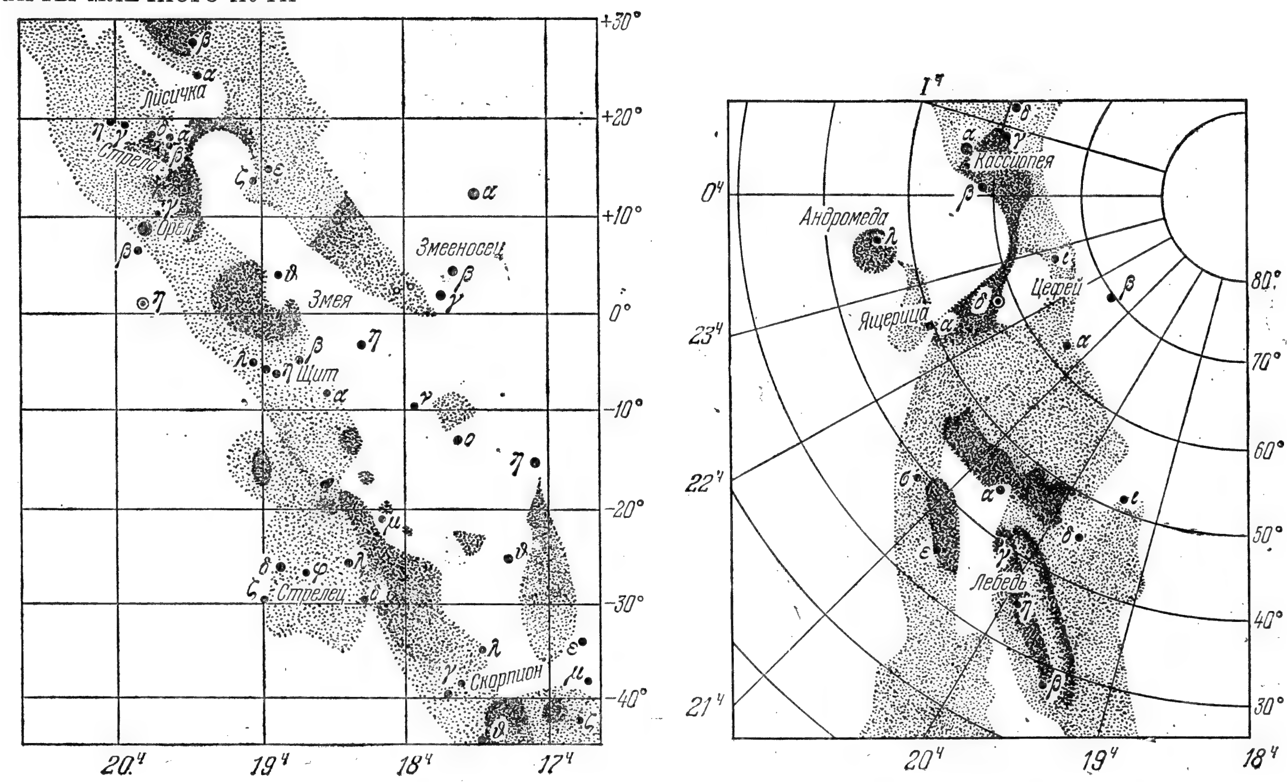
20h
21h
22h
23h
0h
1h
2h
3h
4h
5h
6h
СТРЕЛЕЦ
ТЕЛЕСКОП
ИНДЕЕЦ
ПАВЛИН
ЖУРАВЛЬ
ТУКАН
ФЕНИКС
ОКТАНТ
ММО
ЮЖНАЯ
ГИДРА
СТОЛОВАЯ
ГОРА
БМО
ЧАСЫ
СЕТКА
ЭРИДАН
ЗОЛОТАЯ РЫБА
РЕЗЕЦ
ЖИВОПИСЕЦ
ГОЛУБЬ
−50
−60
−70
−80
1 2 3 4 5

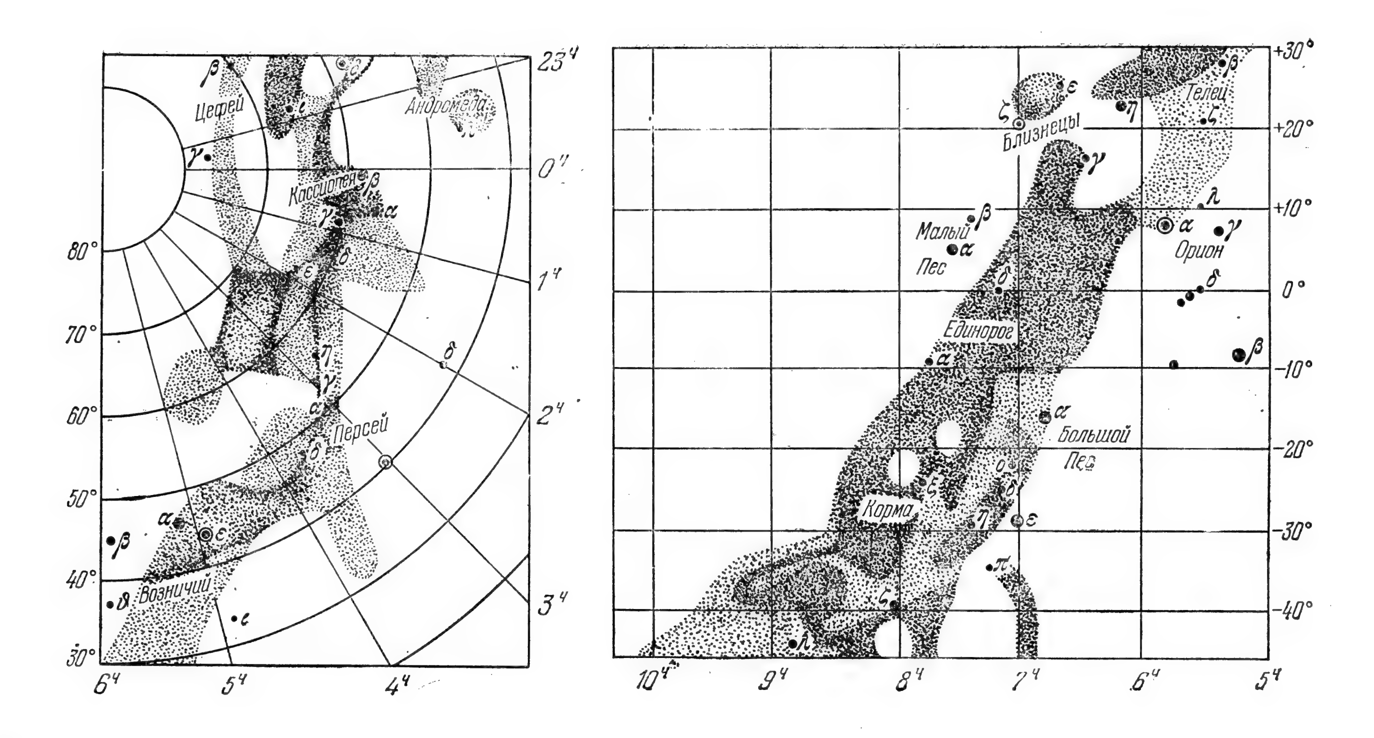


ЮЖНАЯ КОРОНА
СКОРПИОН
ЖЕРТВЕННИК
НАУГОЛЬНИК
ЮЖН. ТРЕУГОЛЬНИК
ВОЛК
ЦИРКУЛЬ
РАЙСКАЯ ПТИЦА
МУХА
Ю. КРЕСТ
ЦЕНТАВР
ХАМЕЛЕОН
ЛЕТУЧАЯ РЫБА
НИЛЬ
ПАРУСА
НОРМА
19h
18h
17h
16h
15h
14h
13h
12h
11h
10h
9h
8h
7h

Приложение VII

# КАРТЫ МЛЕЧНОГО ПУТИ




Цефей
Андромеда
Кассиопея
Персей
Возничий
23ч
0ч
1ч
2ч
3ч
80°
70°
60°
50°
40°
30°
6ч
5ч
4ч
Близнецы
Телец
Малый
Пес
Орион
Единорог
Большой
Пес
Корма
+30°
+20°
+10°
0°
−10°
−20°
−30°
−40°
10ч
9ч
8ч
7ч
6ч
5ч

**Приложение VIII**

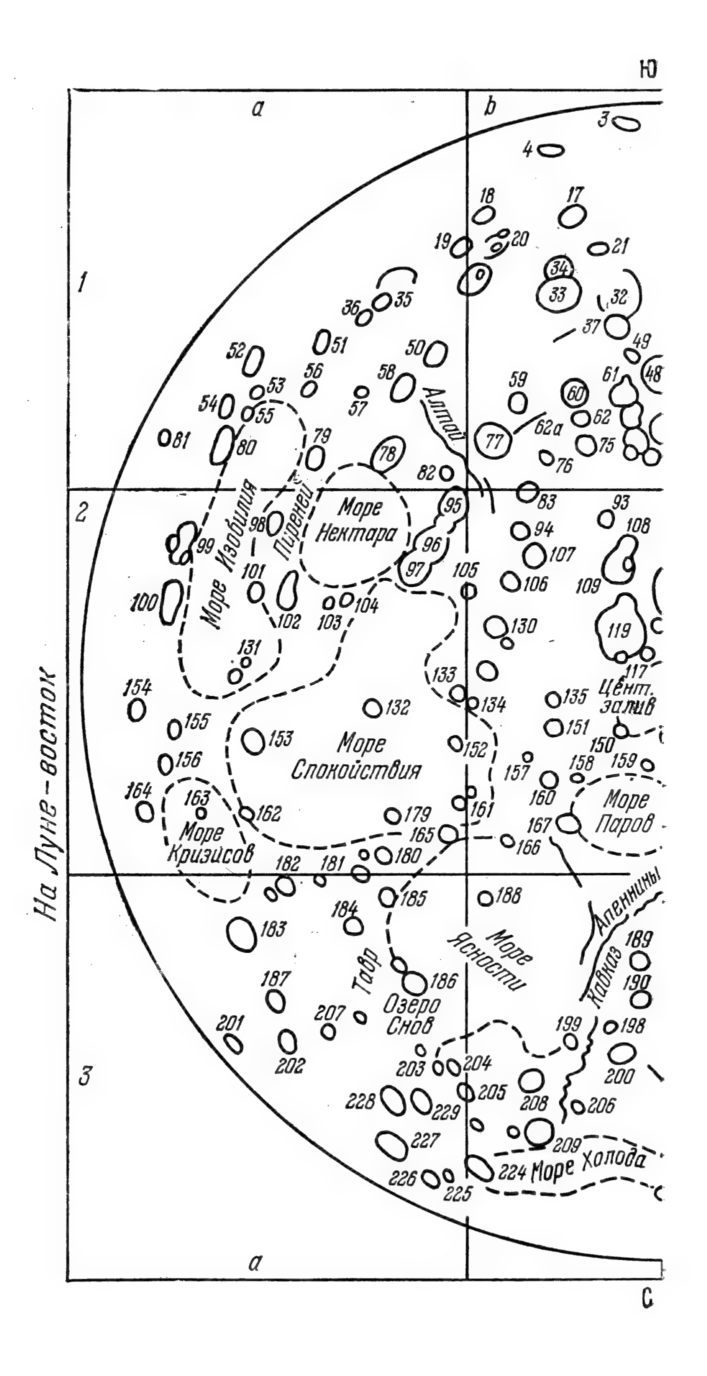
## СПИСОК ДЕТАЛЕЙ ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

| Название | Квадрат | Название | Квадрат | Название | Квадрат |
|---|---|---|---|---|---|
| Море Влажности | c1 | Океан Бурь | c2 | Горы Алтай | a1 |
| Море Облаков | b2 | Море Холода | b3 | Горы Карпаты | c3 |
| Море Нектара | a2 | Центральный | | Горы Апеннины | b3 |
| Море Изобилия | a2 | Залив | b2 | Горы Кавказ | b3 |
| Море Спокойствия | a2 | Залив Зноя | b2 | Горы Тавр | a3 |
| Море Кризисов | a2 | Залив Радуги | c3 | Горы Альпы | b3 |
| Море Ясности | b3 | Залив Росы | c3 | Мыс Геркулеса * | c3 |
| Море Паров | b2 | Озеро Снов | a3 | Мыс Лапласа * | b3 |
| Море Дождей | b3 | Горы Пиренеи | a2 | | |

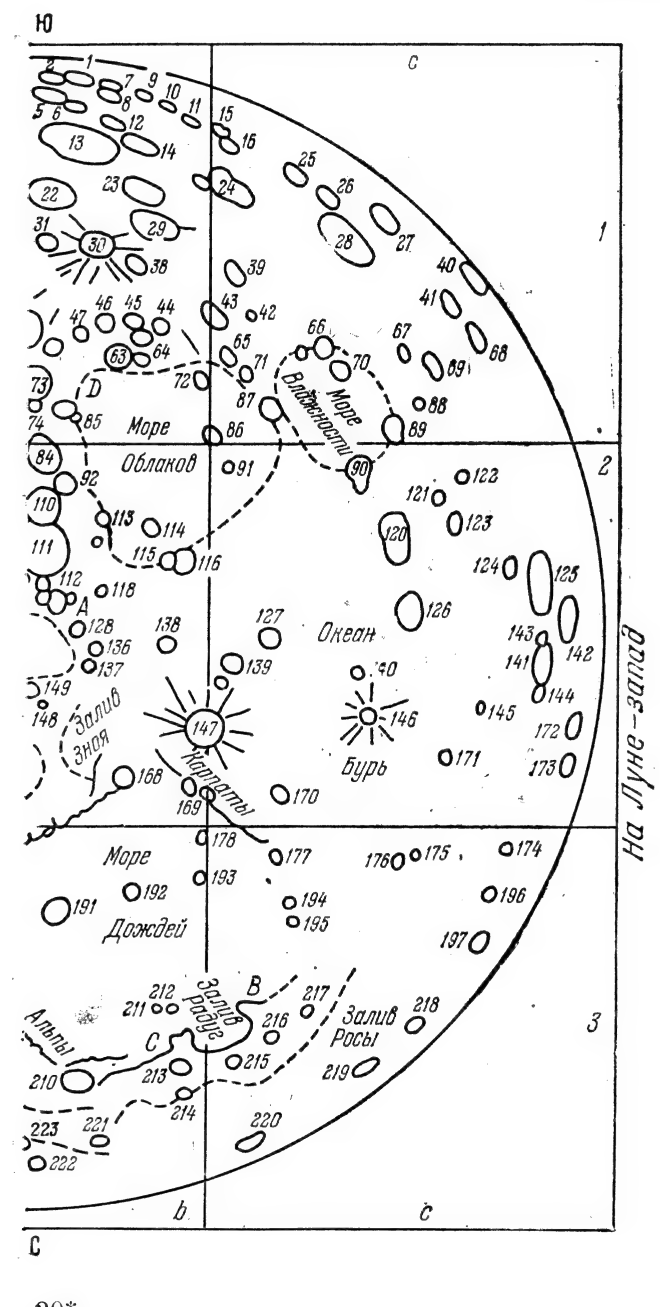
## КОЛЬЦЕВЫЕ ГОРЫ (КРАТЕРЫ)

| №№ п/п | Название | Квадрат | №№ п/п | Название | Квадрат |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ньютон | b1 | 35 | Фабриций | a1 |
| 2 | Шорт | b1 | 36 | Меций | a1 |
| 3 | Симпелий | b1 | 37 | Фернелий | b1 |
| 4 | Манзин | b1 | 38 | Гензий | b1 |
| 5 | Морет | b1 | 39 | Гайнцель | c1 |
| 6 | Грумбергер | b1 | 40 | Бувар | c1 |
| 7 | Казат | b1 | 41 | Пиацци | c1 |
| 8 | Клапрот | b1 | 42 | Рамсден | c1 |
| 9 | Вильсон | b1 | 43 | Капуан | c1 |
| 10 | Кирхер | b1 | 44 | Цих | b1 |
| 11 | Беттин | b1 | 45 | Вюрцельбауэр | b1 |
| 12 | Бланкан | b1 | 46 | Гаурик | b1 |
| 13 | Клавий | b1 | 47 | Хэлл | b1 |
| 14 | Шейнер | b1 | 48 | Вальтер | b1 |
| 15 | Цухий | c1 | 49 | Нониус | b1 |
| 16 | Сегнер | c1 | 50 | Риччи | a1 |
| 17 | Бекон | b1 | 51 | Рейта | a1 |
| 18 | Неарх | b1 | 52 | Фурнерий | a1 |
| 19 | Влакк | a1 | 53 | Стевин | a1 |
| 20 | Гоммель | b1 | 54 | Газе | a1 |
| 21 | Лицет | b1 | 55 | Снеллий | a1 |
| 22 | Магин | b1 | 56 | Борда | a1 |
| 23 | Лонгомонтан | b1 | 57 | Неандр | a1 |
| 24 | Шиллер | c1 | 58 | Пикколомини | a1 |
| 25 | Фоциклид | c1 | 59 | Понтан | b1 |
| 26 | Варгентин | c1 | 60 | Пуассон | b1 |
| 27 | Ингирами | c1 | 61 | Альиацен | b1 |
| 28 | Шиккард | c1 | 62 | Вернер | b1 |
| 29 | Вильгельм | b1 | 62а | Апиан | b1 |
| 30 | Тихо | b1 | 63 | Питат | b1 |
| 31 | Соссюр | b1 | 64 | Гезиод | b1 |
| 32 | Штефлер | b1 | 65 | Меркатор | c1 |
| 33 | Мавролик | b1 | 66 | Вителло | c1 |
| 34 | Бароций | b1 | 67 | Фурье | c1 |

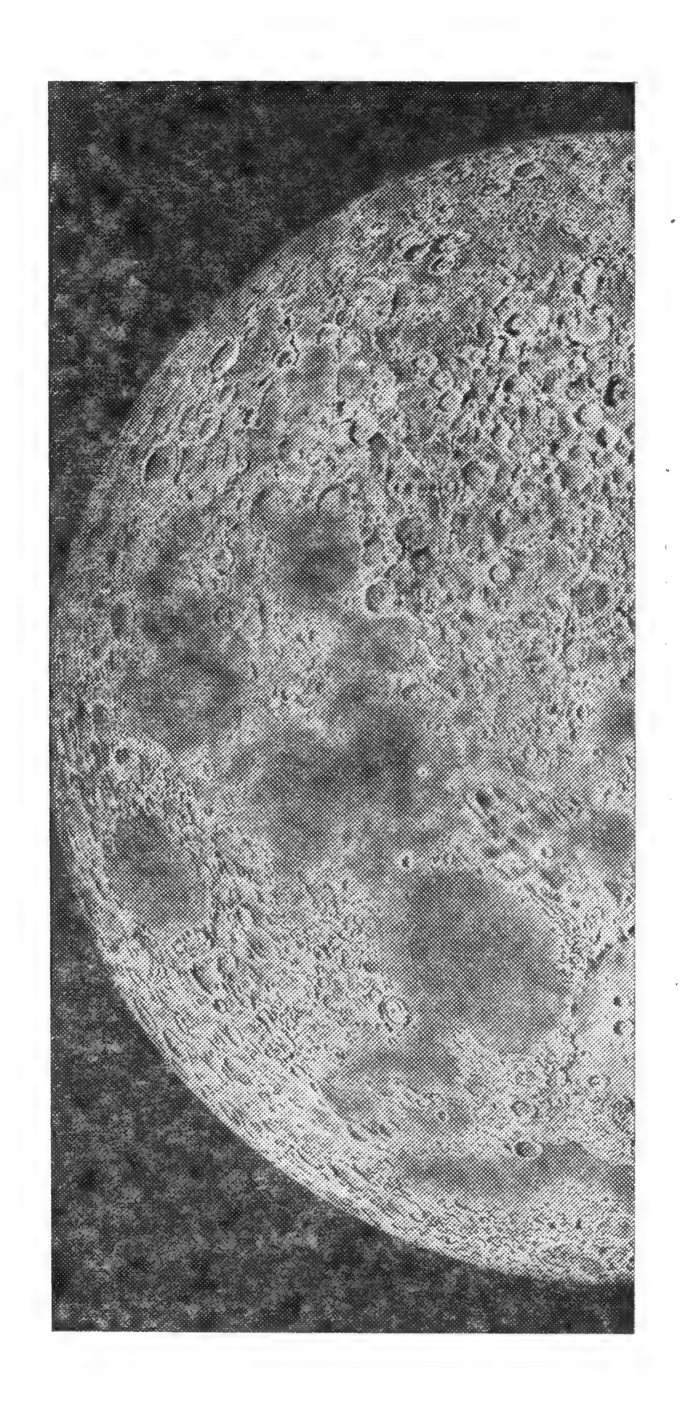
| №№ п/п | Название | Квадрат | №№ п/п | Название | Квадрат |
|---|---|---|---|---|---|
| 68 | Лагранж | *c1* | 121 | Билли | *c2* |
| 69 | Виета | *c1* | 122 | Фонтана | *c2* |
| 70 | Доппельмайер | *c1* | 123 | Ганстин | *c2* |
| 71 | Кампан | *c1* | 124 | Дамуазо | *c2* |
| 72 | Кис | *b1* | 125 | Гримальди | *c2* |
| 73 | Пурбах | *b1* | 126 | Флемстид | *c2* |
| 74 | Лакайль | *b1* | 127 | Ландсберг | *c2* |
| 75 | Плейфер | *b1* | 128 | Мёстинг | *b2* |
| 76 | Азофи | *b1* | 129 | Деламбр | *b2* |
| 77 | Сакробоско | *b1* | 130 | Тэйлор | *b2* |
| 78 | Фракастор | *a1* | 131 | Мессье | *a2* |
| 79 | Сантбек | *a1* | 132 | Маскелайн | *a2* |
| 80 | Петавий | *a1* | 133 | Сабин | *a2* |
| 81 | Гумбольдт | *a1* | 134 | Риттер | *b2* |
| 82 | Полибий | *a1* | 135 | Годин | *b2* |
| 83 | Гебер | *b2* | 136 | Зоммеринг | *b2* |
| 84 | Арзахель | *b2* | 137 | Шретер | *b2* |
| 85 | Фебит | *b1* | 138 | Гамбар | *b2* |
| 86 | Буллиальд | *c1* | 139 | Рейнгольд | *c2* |
| 87 | Гиппал | *c1* | 140 | Энке | *c2* |
| 88 | Кавендиш | *c1* | 141 | Гевелий | *c2* |
| 89 | Мерсенн | *c1* | 142 | Риччиоли | *c2* |
| 90 | Гассенди | *c2* | 143 | Лорман | *c2* |
| 91 | Любинецкий | *c2* | 144 | Кавальери | *c2* |
| 92 | Альпетрагий | *b2* | 145 | Рейнер | *c2* |
| 93 | Эри | *b2* | 146 | Кеплер | *c2* |
| 94 | Аль Манун | *b2* | 147 | Коперник | *c2* |
| 95 | Катарина | *a2* | 148 | Боде | *b2* |
| 96 | Кирилл | *a2* | 149 | Паллас | *b2* |
| 97 | Феофил | *a2* | 150 | Триснеккер | *b2* |
| 98 | Колумб | *a2* | 151 | Агриппа | *b2* |
| 99 | Венделин | *a2* | 152 | Араго | *a2* |
| 100 | Лангрен | *a2* | 153 | Тарунций | *a2* |
| 101 | Гоклен | *a2* | 154 | Шуберт | *a2* |
| 102 | Гуттенберг | *a2* | 155 | Аполлоний | *a2* |
| 103 | Исидор | *a2* | 156 | Фирминик | *a2* |
| 104 | Капелла | *a2* | 157 | Зильбершлаг | *b2* |
| 105 | Кант | *a2* | 158 | Гигин | *b2* |
| 106 | Декарт | *b2* | 159 | Укерт | *b2* |
| 107 | Абу-л-Фида | *b2* | 160 | Боскович | *b2* |
| 108 | Парро | *b2* | 161 | Росс | *a2* |
| 109 | Альбатегний | *b2* | 162 | Прокл | *a2* |
| 110 | Альфонс | *b2* | 163 | Пикар | *a2* |
| 111 | Птолемей | *b2* | 164 | Кондорсе | *a2* |
| 112 | Гершель | *b2* | 165 | Плиний | *a2* |
| 113 | Дэви | *b2* | 166 | Менелай | *b2* |
| 114 | Герике | *b2* | 167 | Манилий | *b2* |
| 115 | Пэрри | *b2* | 168 | Эратосфен | *b2* |
| 116 | Бонплан | *b2* | 169 | Гей-Люссак | *c2* |
| 117 | Реомюр | *b2* | 170 | Майер | *c2* |
| 118 | Лаланд | *b2* | 171 | Марий | *c2* |
| 119 | Гиппарх | *b2* | 172 | Ольберс | *c2* |
| 120 | Летрон | *c2* | 173 | Васко да Гама | *c3* |

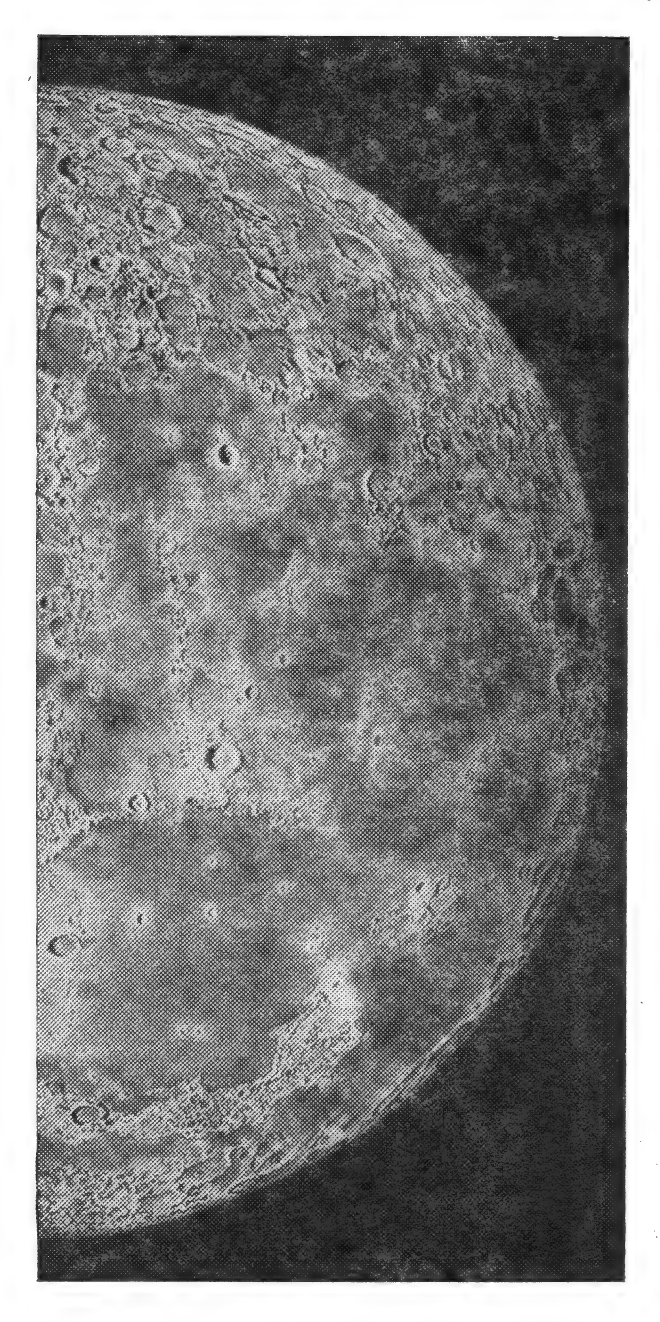


Ю
a
b
1
2
3
С
На Луне-восток
Море Изобилия
Пиренеи
Море Нектара
Алтай
Море Спокойствия
Центр. залив
Море Паров
Море Кризисов
Апеннины
Кавказ
Море Ясности
Тавр
Озеро Снов
Море Холода


Ю
С
c
b
1
2
3
Море
Облаков
Море
Влажности
Океан
Бурь
Залив
зноя
Карпаты
Море
Дождей
Залив
Радуг
Залив
Росы
Альпы
На Луне–запад

20*





| №№ п/п | Название | Квадрат | №№ п/п | Название | Квадрат |
|---|---|---|---|---|---|
| 174 | Селевк | *c3* | 203а | Мазон | *a3* |
| 175 | Геродот | *c3* | 204 | Плана | *a3* |
| 176 | Аристарх | *c3* | 205 | Бюрг | *a3* |
| 177 | Ла Гир | *c3* | 206 | Эгеде | *b3* |
| 178 | Пифей | *b3* | 207 | Бэйли | *a3* |
| 179 | Жансен | *a2* | 208 | Евдокс | *b3* |
| 180 | Витрувий | *a2* | 209 | Аристотель | *b3* |
| 181 | Маральди | *a2* | 210 | Платон | *b3* |
| 182 | Макробий | *a3* | 211 | Леверье | *b3* |
| 183 | Клеомед | *a3* | 212 | Геликон | *b3* |
| 184 | Рёмер | *a3* | 213 | Мопертюи | *b3* |
| 185 | Литтров | *a2* | 214 | Кондамин | *b3* |
| 186 | Посидоний | *a3* | 215 | Бианчини | *c3* |
| 187 | Гемин | *a3* | 216 | Шарп | *c3* |
| 188 | Бессель | *b3* | 217 | Майран | *c3* |
| 189 | Автолик | *b3* | 218 | Жерар | *c3* |
| 190 | Аристилл | *b3* | 219 | Репсольд | *c3* |
| 191 | Архимед | *b3* | 220 | Пифагор | *c3* |
| 192 | Тимохарис | *b3* | 221 | Фонтенель | *b3* |
| 193 | Ламберт | *b3* | 222 | Эпиген | *b3* |
| 194 | Диофант | *b3* | 223 | Тимей | *b3* |
| 195 | Делиль | *c3* | 224 | Гертнер | *b3* |
| 196 | Бригг | *c3* | 225 | Фалес | *a3* |
| 197 | Лихтенберг | *c3* | 226 | Страбон | *a3* |
| 198 | Фетас | *c3* | 227 | Эндимион | *a3* |
| 199 | Калипп | *b3* | 228 | Атлас | *a3* |
| 200 | Кассини | *b3* | 229 | Геркулес | *a3* |
| 201 | Гаусс | *b3* | A | Мёстинг A | *b2* |
| 202 | Мессала | *a3* | D | Прямая Стена | *b1* |
| 203 | Гровс | *a3* | | | |

## СОДЕРЖАНИЕ

*Феликс Юрьевич Зигель*

СОКРОВИЩА ЗВЕЗДНОГО НЕБА

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО СОЗВЕЗДИЯМ И ЛУНЕ

М., 1980 г., 312 стр. с илл.

Редактор *Г. С. Куликов*
Технический редактор *В. Н. Кондакова*
Корректоры *С. Н. Макарова, И. Я. Кришталь*

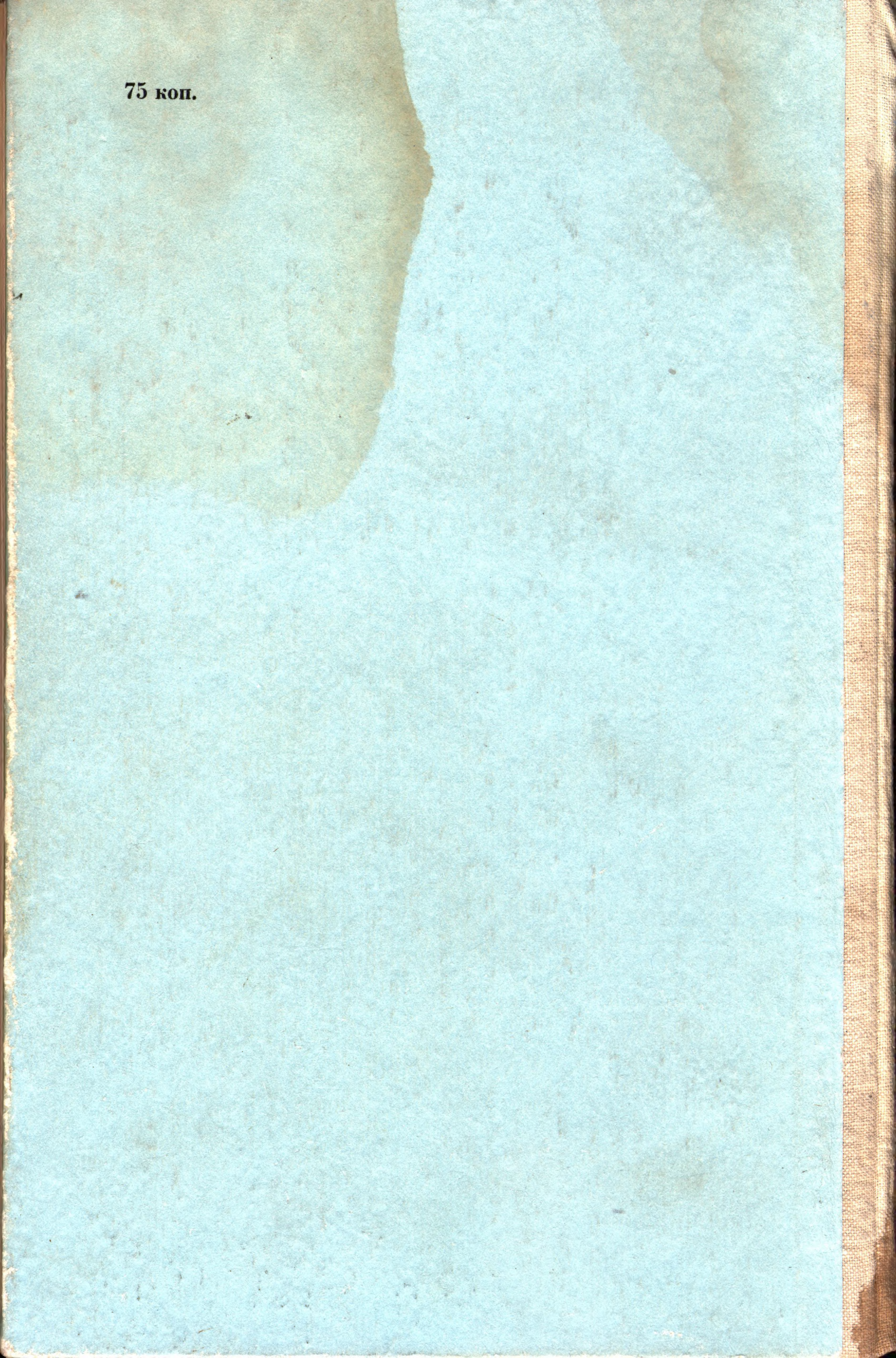
ИБ № 11778

---

Сдано в набор 04.07.80. Подписано к печати 31.10.80. Т-17696. Бумага $60\times90^1/_{16}$, тип. №2. Обыкновенная гарнитура. Высокая печать. Условн. печ. л. 19,5. Уч.-изд. л. 20,63. Тираж 100 000 экз. (2-й завод 50001-100000 экз.). Заказ 242. Цена книги 75 коп.

---

Издательство «Наука»
Главная редакция физико-математической литературы
117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15
4-я тип. изд-ва «Наука»
630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25



75 коп.


Ф.Ю. ЗИГЕЛЬ
СОКРОВИЩА ЗВЕЗДНОГО НЕБА